



Проектът *Електроона книга „Строителство с естествени материали – традиционни практики и съвременно приложение“* се финансира в рамките на Програмата за подкрепа на НПО в България по Финансовия механизъм на Европейското икономическо пространство 2009-2014 г.

# СТРОИТЕЛСТВО С ЕСТЕСТВЕНИ МАТЕРИАЛИ

## ТРАДИЦИОННИ ПРАКТИКИ И СЪВРЕМЕННО ПРИЛОЖЕНИЕ

Арх. Георги Ст. Георгиев

2015 г.



[www.ngogrants.bg](http://www.ngogrants.bg)

Този документ е създаден с финансовата подкрепа на Програмата за подкрепа на неправителствени организации в България по Финансовия механизъм на Европейското икономическо пространство. Цялата отговорност за съдържанието на документа се носи от автора арх. Георги Ст. Георгиев и при никакви обстоятелства не може да се приема, че този документ отразява официалното становище на Финансовия механизъм на Европейското икономическо пространство и Оператора на Програмата за подкрепа на неправителствени организации в България.

ВЪВЕДЕНИЕ .....	1	8. СТЕНИ ОТ ЕДРИ БЛОКОВЕ И ПАНЕЛИ.....	67
I. ИСТОРИЯ НА СТРОИТЕЛНИТЕ ТЕХНИКИ ПО НАШИТЕ ЗЕМИ .....	2	9. ПРИЛОЖЕНИЕ НА ГЛИНЕНИ СМЕСИ В ПОДОВИ КОНСТРУКЦИИ .....	69
1. ПРАИСТОРИЯ.....	2	ПЪЛНЕЖ ИЛИ ПОДОВА НАСТИЛКА НА ДЪРВЕН ГРЕДОРЕД .....	69
2. АНТИЧНОСТ И СРЕДНОВЕКОВИЕ .....	5	10. ДОВЪРШИТЕЛНИ РАБОТИ .....	70
3. ВЪЗРАЖДАНЕ .....	8	ГЛИНЕН ПОД.....	70
4. ИНДУСТРИАЛЕН И ПОСТИНДУСТРИАЛЕН ПЕРИОД.....	11	ПАВАЖНА НАСТИЛКА ОТ ДЪРВЕНИ БЛОКЧЕТА.....	72
II. ЗЕМЯТА КАТО СТРОИТЕЛЕН МАТЕРИАЛ .....	13	ГЛИНЕНА МАЗИЛКА .....	73
1. ПРЕИМУЩЕСТВА В СРАВНЕНИЕ С ОБИКНОВЕНО ИЗПОЛЗВАНИТЕ ИНДУСТРИАЛНИ		ГЛИНЕНА БОЯ .....	74
СТРОИТЕЛНИ МАТЕРИАЛИ .....	13	ТОПЛОИЗОЛАЦИИ ОТ ЕСТЕСТВЕНИ МАТЕРИАЛИ.....	76
2. НЕДОСТАТЪЦИ .....	14	11. ПОКРИВИ ОТ ЕСТЕСТВЕНИ МАТЕРИАЛИ.....	80
3. СЪСТАВ НА ГЛИНЕСТИТЕ ПОЧВИ .....	15	ПОКРИВИ С КАМЕННИ ПЛОЧИ .....	80
4. ТЕСТОВЕ ЗА АНАЛИЗ НА СЪСТАВА И СВОЙСТВАТА НА ГЛИНЕСТАТА ПОЧВА.....	16	ДЪРВЕНИ ПОКРИВИ .....	81
5. ПОДОБРЯВАНЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ГЛИНЕСТАТА ПОЧВА ЧРЕЗ СПЕЦИАЛНА		ЗЕЛЕНИ (ЗАТРЕВЕНИ) ПОКРИВИ .....	85
ОБРАБОТКА ИЛИ ДОБАВКИ.....	18	ПОКРИВИ ОТ СЛАМА И ТРЪСТИКА.....	88
6. СТАНДАРТИ И НОРМАТИВИ .....	20	12. АРКИ, СВОДОВЕ И КУПОЛИ .....	93
III. ПРИЛОЖЕНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ МАТЕРИАЛИ В СГРАДИТЕ.....	21	АРКИ.....	94
1. ОСНОВИ. ....	21	СВОДОВЕ И КУПОЛИ .....	96
2. КАМЕННИ ЗИДОВЕ .....	21	СВОДОВЕ И КУПОЛИ ОТ ТОРБИ С ПЪЛНЕЖ ОТ ЗЕМЯ (SUPERADOVE).....	106
3. СТЕНИ ОТ ДЪРВО .....	27	РЕЦИПРОЧНИ (ВЗАИМНО ПОДДЪРЖАЩИ СЕ) СТУКТУРИ .....	108
БЛОКОВ ГРАДЕЖ.....	27	ГЕОДЕЗИЧЕСКИ КУПОЛ .....	111
ТАЛПЕН ГРАДЕЖ.....	31	13. ЗЕМЯТА КАТО ДЕКОРАТИВЕН МАТЕРИАЛ.....	113
ТАЛПЕНО-СТЪЛБОВ (СПОНЦОВ) ГРАДЕЖ.....	32	КИРПИЧ И ПРЕСОВАНИ ГЛИНЕНИ БЛОКОВЕ.....	113
4. СТЕНИ ОТ КИРПИЧ И ПРЕСОВАНИ БЛОКОВЕ .....	33	ТРАМБОВАНА ЗЕМЯ .....	115
КИРПИЧ .....	34	КОБ.....	117
ПРЕСОВАНИ ЗЕМНИ БЛОКОВЕ.....	36	ГЛИНЕНИ МАЗИЛКИ И БОИ.....	118
СТЕНИ ОТ КИРПИЧ И ПРЕСОВАНИ ЗЕМНИ БЛОКОВЕ .....	38	ТАДЕЛАКТ .....	119
5. ПАЯНТОВИ СТЕНИ С ПЪЛНЕЖ.....	39	ГЛИНЕНИ МЕБЕЛИ И ПЕЧКИ.....	121
ПЛЕТАРКА, УПЛЕТ, ПЛЕТАК, ЧАТМЕН (В ЮГОЗАПАДНА БЪЛГАРИЯ), .....	43	РЕЛЕФИ .....	122
“ДОЛМА” .....	44	СКУЛПТУРИ.....	125
“БАСКИИ” .....	46	14. РЕСТАВРАЦИЯ НА СТАРИ СГРАДИ .....	127
ПЪЛНЕЖ ОТ КАМЪНИ .....	47	III. ОТОПЛЕНИЕ .....	130
ТУХЛЕНА ОБЛИЦОВКА ВЪРХУ ПАЯНТОВА СТЕНА .....	47	1. ОТКРИТИ ОГНИЩА.....	130
ПЪЛНЕЖ С ЛЕКА ГЛИНЕНА СМЕС ИЛИ ОЛЕКОТЕНА ЗЕМЯ (LIGHT CLAY).....	47	2. ПОДОВО ОТОПЛЕНИЕ (ХИПОКАУСТ).....	131
“ЧОРАПИ” .....	49	3. ЗИДАНА ПЕЧКА (ДЖАМАЛ) .....	134
ГЛИНЕНИ САМУНИ.....	49	4. РАКЕТНА ПЕЧКА (ROCKET STOVE) .....	138
ВАЛЦИ.....	50	ПРИЛОЖЕНИЯ .....	141
ПЪЛНЕЖ ОТ КЪСИ ДЪРВЕНИ ТРУПИ (CORDWOOD) .....	53	1. ТОПЛОТЕХНИЧЕСКИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ЕСТЕСТВЕНИ СТРОИТЕЛНИ МАТЕРИАЛИ ..	141
6. СТЕНИ, ФОРМОВАНИ ДИРЕКТНО С ВЛАЖНА ГЛИНЕСТА СМЕС (КОБ).....	54	2. ВЛИЯНИЕ НА ТЕРМАЛНАТА МАСА ВЪРХУ ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА СГРАДИТЕ	144
УТПКАН (АНГЛЙЙСКИ) КОБ.....	55	3. ОСНОВНИ ЯКОСТНИ ПОКАЗАТЕЛИ НА НЕПЕЧЕНИ ГЛИНЕНИ ТУХЛИ: .....	145
НАПРАВА И ПОЛАГАНЕ НА ВАЛЧЕСТИ КЪСОВЕ (ТОПКИ).....	57	БИБЛИОГРАФИЯ .....	146
ЛЕНТОВО ГЛИНОБИТЕН СПОСОБ.....	58		
РЕАЛИЗАЦИИ НА СГРАДИ ОТ КОБ В БЪЛГАРИЯ .....	58		
7. СТЕНИ ОТ ТРАМБОВАНА ЗЕМЯ .....	61		





*Какво правят хората, като загубят нещо? Някои веднага започват да го търсят. Други оставят то само да ги намери. Разбира се, зависи какво е нещото и колко спешно им трябва. Обикновено в първия случай търсещите имат някакъв сериозен мотив, който ги кара да бързат, А вторите вероятно си казват „кой знае откъде ми се смее сега това“ и спокойно изчакват да чуят „смеха“.*

*Мария Рангелова*

*“Глината – една усмивка през вечността”, сп. АЕТ Аспекти, бр.3/1999 г.*

## ВЪВЕДЕНИЕ

Нарасналият през последните десетилетия на XX век интерес към старите строителни техники и умения накара много хора да насочат поглед към древното строително наследство. Причините са различни – екологичен начин на живот, енергийно-ефективно строителство, здравословна и хуманна среда за обитаване, реставрация на стари сгради или просто търсене на емоционален и душевен комфорт. Изразът “новото е добре забравено старо” е особено подходящ в случая.

Въпреки, че 1/3 от човечеството живее в жилища от глина, болшинството от хората обикновено се мръщят скептично, когато се говори за нея като строителен материал на бъдещето. През последните 20 години обаче все по-вече университети, научни институти и фирми се включват във възраждането и разработването на технологии, използващи естествени материали в строителството.

Времето почти е заличило прединдустриалните строителни технологии. Предвани устно от поколение на поколение, те са изместени от индустриалната революция и забравени. Сега в много страни търпеливо се работи за възраждане на старите умения и занаяти. Това се превърна в нова индустрия, която се развива с много бързи темпове.

За архитектурата на старите къщи има издадени много книги и учебници, но строителните им техники и рецептите на старите майстори все още не са добре проучени.

По случай своята 40-та годишнина през 2010 г. американското списание Smithsonian magazine издаде юбилеен брой, в който се посочват 40те неща, които трябва да знаем за следващите 40 години. На първо място е посочено [“Усъвършенствани сгради ще бъдат направени от кал”](#).

Черпейки идеи от старите майстори, вдъхновявайки се от местните традиционни специфики на строителните технологии, архитектурата на XXI век е изправена пред едно голямо предизвикателство - обръщайки поглед към миналото и вземайки познанията от настоящето да предаде на бъдещите поколения хилядолетния опит на предците.

# I. ИСТОРИЯ НА СТРОИТЕЛНИТЕ ТЕХНИКИ ПО НАШИТЕ ЗЕМИ

## 1. ПРАИСТОРИЯ

На Балканският полуостров са открити и експонирани едни от най-старите в Европа археологически строителни артефакти. Според [Александра Делова](#) „Все повече доказателства потвърждават една на пръв поглед твърде смела теза. Според нея не земите на древна Месопотамия са люлка на нашата цивилизация, а... Балканският полуостров. Излезлите на бял свят свидетелства от една малко известна култура, предшестваща египетската и дори шумерската, фокусират вниманието на учените, преобръщайки на 180 градуса представите ни за древността.“

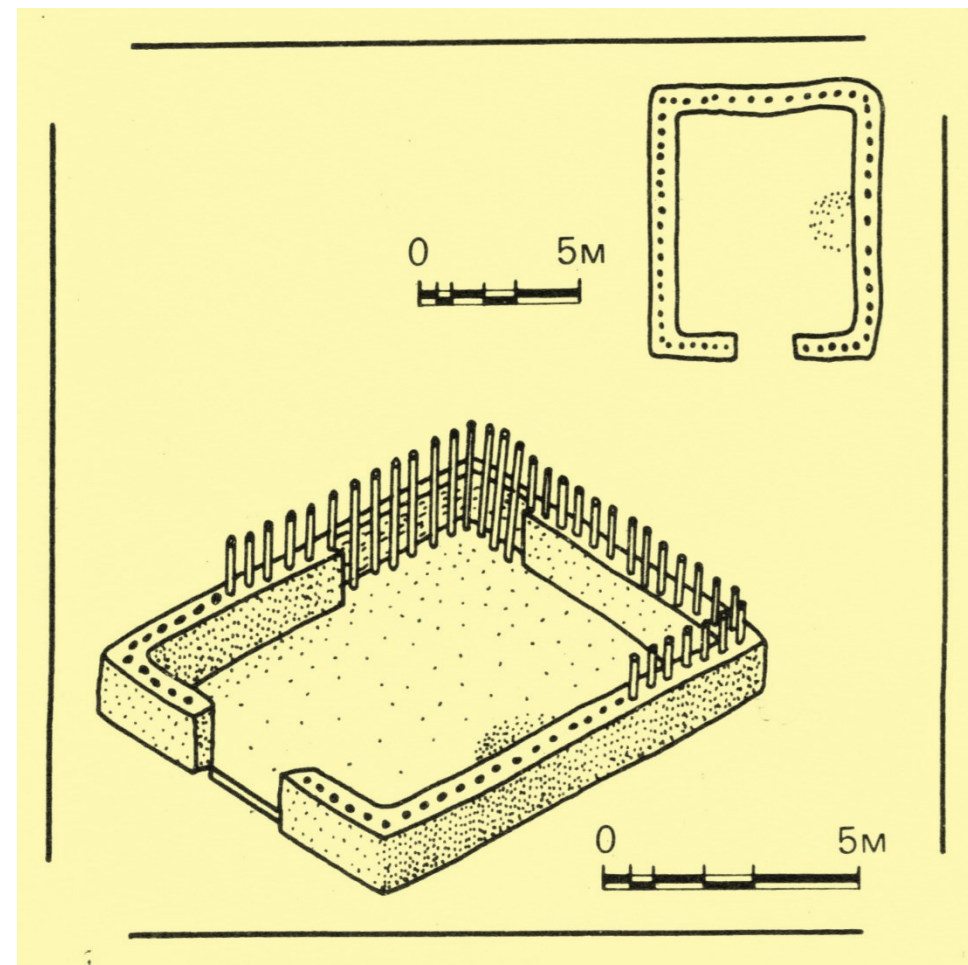
**Неолитните строителни техники** не се отличават с разнообразие и са сравнително добре проучени. Известни са няколко техники за изграждане на постройките (според проф. Х. Тодорова [1]):

- Стени от колове и плет, обмазани с глина. В основата им лежи колово-плетената, обмазана с глина конструкция (фиг.1). Стените имат носещи вертикални ъглови и стенни колове, дебели от 10-12 до 20-25 см, които са забити в земята. Между тях са оплетени хоризонтални пръти с дебелина 0.8 до 2 см. Така оформеният плет бил измазван отвътре и отвън с глина с примеси от плява, ситна слама и говежди екскременти. Най-стабилните сгради са снабдени с дървена подова платформа, състояща се от дебели надлъжни разполовени и по-тънки напречни греди, многократно обмазвани с глина. Конструкцията на тавана е сходна с тази на подовата платформа. [2]

- Глинобитни стени с лентеста глинобитна техника на градеж (понякога с облицовка от каменни плочи)

- Стени в висок каменен цокъл, надстроен с лентеста глинобитна техника.

- Комбинация от няколко техники.



Фигура 1: Жилище от култура Караново I и реконструкция на начина на градеж. [2]





Фигура 2: Възстановка на колово-плетена, обмазана с глина конструкция. Част от стена на къща в неолитно музейно селище в Археологичен парк в Драганеци Олт, Румъния.



Фигура 3 Възстановка на неолитно жилище в Археологичен парк в Драганеци Олт, Румъния.

В Стара Загора при спасителни археологически проучвания през 1969 г. са разкрити останки от горяла къща, която е една от най-добре запазените и с най-богат инвентар двуетажна неолитна жилищна постройка в Европа, датирана от 5800-5600 г. пр. Хр. Тя е консервирана и съхранена «in situ» в [Музей „Неолитни Жилища“](#). Основната характеристика на строителната техника според Петър Калчев е „цялостната носеща дървена конструкция от набити в земята на малко разстояние един от друг дървени стълбове, изплетени с плет от лескови или дървени пръчки; измазани от двете страни с глинен разтвор с примес от слама и говежди екскременти.“ [3] Коловете са от обелен дъбов материал.



Фигура 4: Графична реконструкция на [двуетажно неолитно жилище от селищна могила при Окръжна болница в Стара Загора](#). Къщата е с размери 10 X 5,80 м. и е била висока 7 м.

Глинобитните стени са с дебелина от 30 до 100 см. Използвани са както за сгради, така и за укрепления. Глината, примесена със слама и плява е полагана на тънки слоеве от 1-2 см, което позволява бързо съхнене. Докато лентата е нанесена до другия край на стената, в началото тя вече е засъхнала и процедурата може да се повтори. В резултат възникват хомогенни стени, чиято височина едва ли е надвишавала два метра. [1]

Съчетаването на колово-плетен дървен скелет с относително дебели глинобитни стени е позволило създаване на сеизмично устойчива съставна конструкция с добри топлоизолационни качества.



Традицията на глинобитните стени впоследствие е изчезнала и с малки изключения сега тя е непозната на Балканите. Днес разновидност на тази техника отново се възражда под името коб (от английски *cob*).



Фигура 5: Стена с глинобитна техника на [двуетажно неолитно жилище от селищна могила при Окръжна болница в Стара Загора](#)



фигура 6: Графична възстановка на праисторическо селище при Дуранкулашко езеро от преди 7 000г, под ръководството на проф. Хенриета Тодорова. Основите са каменни (най-старите в Европа), а стените от дърво и глина.

Сградите са имали двускатен покрив, чиято конструкция е била носена от вътрешни колове и напречни греди. Най-често покритието им е било от тръстика или слама. [1]

Според проф. Хенриета Тодорова „Мазилката на някои къщи е била украсявана отвън с рисувани орнаменти. В други случаи при всяко ново боядисване стените и подът са били оцветявани различно, веднъж в жълто, друг път в червено, розово и т.н. Има запазени останки от къщи от V хил. пр. н. е., които са били боядисвани 47 пъти (Овчарово).“ [1]



Фигура 7: Възстановка на неолитно жилище в Археологичен парк в Драганеши Олт, Румъния. Украса с рисувани отвън елементи.



## 2.АНТИЧНОСТ И СРЕДНОВЕКОВИЕ

Античният свят използва за строителство естествени природни материали- камък, дърво, глина, пясък и чакъл. За така наречения римски бетон е използвана вулканична пепел. Железните инструменти и сечива водят до достигане на съвършенство в обработката на различните материали.

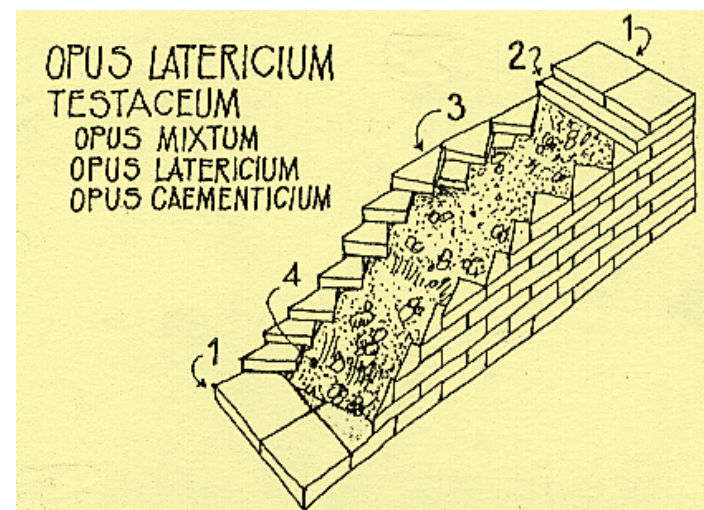
Според [Владимир Попов](#) „Дървесината била най-достъпният и леснонабавяем материал, но и най-нетрайният такъв. В древността по цяла Италия имало многобройни дъбови и букови гори, но с разрастването на империята и увеличаващото се строителство те били унищожени, превръщайки се в строителен материал. Дървеният материал бил класифициран на три групи още от древногръцкия учен Теофраст: нарязан, дялан и кръгъл. Нарязаният се получавал след обработка с пила, дяланият – чрез отсичане на ненужните части с брадва, а кръглият бил непокътнатият материал. Най-надежден бил нарязаният материал, защото дървесината изсъхвала равномерно и не давала пукнатини. Според Плиний, в неговата „Естествена история“ най-неподвластна на времето била дървесината на кипариса и кедрата.

За съжаление римските строежи от дървесина не са се съхранили, но ако съдим по описанията на прочутия римски архитект Витрувий, дървеният материал широко се използвал за направата на стойки, колони, подиуми, стени, мостове и навсякъде, където е било необходимо.

Дървесината се използвала и за строежи на скелета, стълби и помощни конструкции при издигането на сводове, и куполи от бетон. По-ценните видове дървесина се използвали за декорация. Плиний описва и един вид праобраз на шперплата, за изготвянето на който се използвал клен, бук, топола и цитрусови дървета.

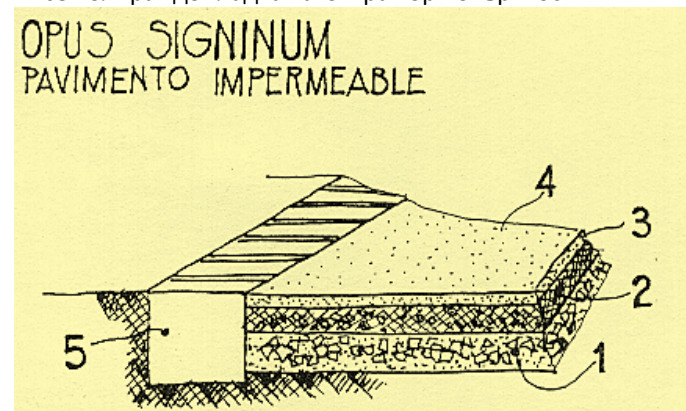
Втори по разпространение строителен материал били камъните. Те се добивали и обработвали от най-различни породи като започнем от леките вулканични като туфа, пемза, лава и завършим с плътните и здрави скали като травертин, мрамор, гранит, и порфир. Особено популярни били мраморът и травертинът, служещи за облицовка на подовите и стените в частни, обществени сгради, храмове, амфитеатри и дворци.“

Създават се нови трайни строителни материали. Чрез изпичане на варовик се добива вар, а от глина- печена строителна керамика. След I в. пр. н. е. широко разпространение добива печената тухла. Основният свързващ материал в зидарията е хоросанът. В древния Рим се използва и така наречения римски бетон, получаван с добавяне на вулканична пепел към варовия разтвор. Тази пепел се е добивала в околностите на гр. Поцуоли, близо до Неапол.



Фигура 8 Най-често използвания начин на градеж в Римската империя се нарича [Opus Latericium](#) (след 1 в. пр. н. е.). Тук бетонната сърцевина била облицована с тухли /най-често триъгълни/.

Римляните са използвали водоустойчив хоросан, наричан OPUS SIGNINUM. Представлява смес от вар, пясък и натрошени керамични плочи. Използван е за измазване стени на резервоари, акведукти и фонтани. Намира приложение и като водонепропусклива подова настилка. Полаган е на няколко слоя чрез трамбоване. Измазаните повърхности се обработват с ленено масло, вар гасена в червено вино, восък и катран и се полират до гладка като мрамор повърхност.



Фигура 9: Водонепропусклива настилка OPUS SIGNINUM. 1) Парчета тухли, свързани с хоросан, съставен от гасена вар, речен пясък и прах от счукани тухли в съотношение 1:1:1; 2) Дребни парчета тухли, свързани със същия хоросан като 1; 3) Същия хоросан (без парчета от тухли); 4) Третиране и полиране с талк или прах от тухли; 5) Тухла.



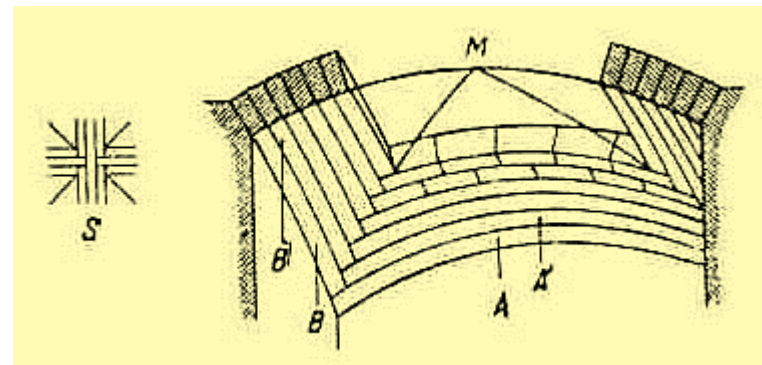
Фигура 10: Реконструкция на OPUS SIGNINUM в [Европейски археологичен парк в Блисбрук-Райнхайм](#), Германия. [Снимка Peter Hess](#)

Византия наследява строителната култура на Римската империя. С времето трамбования римски бетон става прекалено трудоемък и непосилен за феодална Византия. Постепенно тази техника била забравена и заменена с зидария от печени тухли на варов разтвор с добавени счукани тухли (червен хоросан). Тези материали съответствали на икономическата раздробеност и ограничените в сравнение с древния Рим ресурси на работна сила.



Фигура 11 Червената църква край Перущица - ранно византийска базилика с традиционен тухлен градеж. снимка [Raggatt2000](#)

Промяната на строителната техника от бетона монолитна в зидария от отделни тухли променя и начина на изпълнение на сводове и куполи. Докато при изграждането на сводовете в Римската империя се използва кофраж, то във Византия се прилага правилно подредена зидария без допълнително подпиране. Така византийският метод се доближава до азиатската традиция на Иран.



Фигура 12: За кръстати сводове византийците използват зидани редове под формата на пресечен конус. Редовете са посочени в следната последователност: A, B, B1 и A1 и т.н., стъпвайки един върху друг. [novosibdom](#)

Строителната култура на средновековна България е заимствана предимно от Византия. Крепостните стени, дворците и църквите в първите български столици Плиска и Преслав са изградени основно от квадрова каменна зидария. Производството и използването на тухли е ограничено. Много често се прилага повторно използване на тухли от стари римски сгради. Византийските строителни техники се появяват с известно закъснение както при първото, така и при второто българско царство. В някои случаи обаче български строителни способности предшестват византийските. Според Чавдар Ангелов „...смесената зидария е запазена у нас през цялото Средновековие. Смесеният градеж на арките се появява у нас в края на XIII в., т.е. по-рано отколкото във Византия. Опус спикатум се среща още в X-XI в. (църквата Св. Йоан в Несебър)...: Във Византия и Македония украсата се появява след XIII в. Съвсем ясно е влиянието на несебърските и търновските църкви върху византийския ренесанс.“ [4]

В украсата на несебърските църкви се включват оцветени глинени, а след това и глазирани керамични панички и розетки-четирилистници с червен, зелен и жълт цвят. Тази керамична инкрустация е позната само у нас.





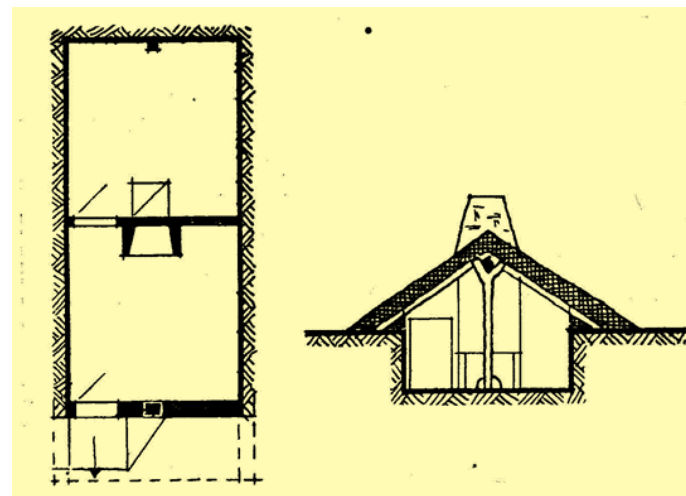
Фигура 13 Зидария Opus spicatum (с наклонени под 45 градуса тухли) над входа на църквата Св. Йоан Кръстител в Несебър. Снимка [Музей Старинен Несебър](#)



Фигура 14 Керамични инкрустации и смесени арки на църквата Свети архангели Михаил и Гавраил в Несебър. Снимка [Мария Ангелова/ peika.bg](#)

**Уземната къща (землянка, бордей)** е била разпространена през античността и средновековието в Дунавската равнина. Според проучване на [Гунчо Гунчев](#): „Най-стари сведения има от Страбон (63 год. пр. Хр. – 19 год. сл. Хр.) и от Клавдий Птолемей, които ни осведомяват за тракийското племе „трибали“ (или просто „пещерно тракийско племе“), което е било уседнало към дунавското устие. Славяните са познавали същия тип жилища. Почти цялата област на уземните къщи принадлежи към така наречената от К. Т. Киров „суха и студена Дунавска област“ (преходна степна област), която се отличава със сравнително ограничени валежи – годишно под или около 500 м. м., отличаваща се със студена и сурова зима, тъй като е изложена на студентите северни ветрове и има горещо лято. Тези особености на климата правят уземните къщи много пригодни за живеене, тъй като през зимата в тях е топло, а през лятото хладно.“

Тодор Господинов описва строителството на землянки в Белене: „...Изкопавали 5-6 разрача нашироко и 10-18 на дълго и около 2 аршина на дълбоко, поставяли се 2-3 дебели греди напречно отгоре и ги съединявали с яко дърво със слеме (билна столица). От слемето до бреговете на изкопаното място нареждали средно дебели яки дървени мертеци; напречно над тях слагали дебел пласт от тръстика и върху нея също така дебел пласт от слама, която засипвали с изкопаната пръст. Организацията по строителството се състояла от роднински и съседски заредки (тлъка), благодарение на която къщата се изкопавала за една нощ, мертекосвала се и се покривала за един ден; след това се закачват предварително приготвени врати. Мазилката върху стените се нанасяла от домакинята и се правела от жълта глинена кал, която след като изсъхне се белосвала. Над огнището се издигала камината с изплетен от пръчки комин излизащ над покрива. Коминът също се измазвал от двете страни с жълта глинеста кал, като някои са го белосвали отвън.“



Фигура 15 Реконструкция на двуделна землянка [5]





Фигура 16 Землянка, покрита със слама, Музей на селото, Букурещ, Румъния. Снимка [Cristian Chirita](#)

### 3. ВЪЗРАЖДАНЕ

Османската империя наследява строителната култура на Византия и я съчетава с ориенталско влияние. Строителството през българското Възраждане (от началото на XVIII в. до края на XIX век.) е повлияно от два основни фактора: местната традиция и османската архитектура. Местната средновековна строителна традиция остава доминираща в църковната архитектура, в арбанашката къща, както и в много изолирани или привилегирани селища в Стара планина и Средна гора. Така например несებърската, камчийската и старопланинската къща в своите най-стари примери показват белези, характерни за средновековният начин на изграждане. [4]

В следствие на порасналите икономически възможности през Възраждането се наблюдава качествен и количествен подем в строителството. Похватите от минали епохи се прилагат с повишено майсторство, конструктивни усъвършенствания и технологични нововъведения.

Според Чавдар Ангелов „*Ориенталското влияние също има значение за развитието на възрожденската архитектура....Смята се, че под влиянието на малоазиатската (анадолската) къща у нас се появява широката дървена стряха, а от цариградската къща са взети конзолните наддавания и еркери (които пък са отглас на масивните еркери във византийските дворци).*“

Конструктивните системи еволюират от блоков градеж, характерен за средновековието (фиг. 17), през талпено-спонцовата система (фиг. 18) до паянтови (фиг. 19) или тухлени масивни стени.

Еркерт навлиза и се утвърждава като конструктивен и архитектурно-художествен елемент (фиг. 20).

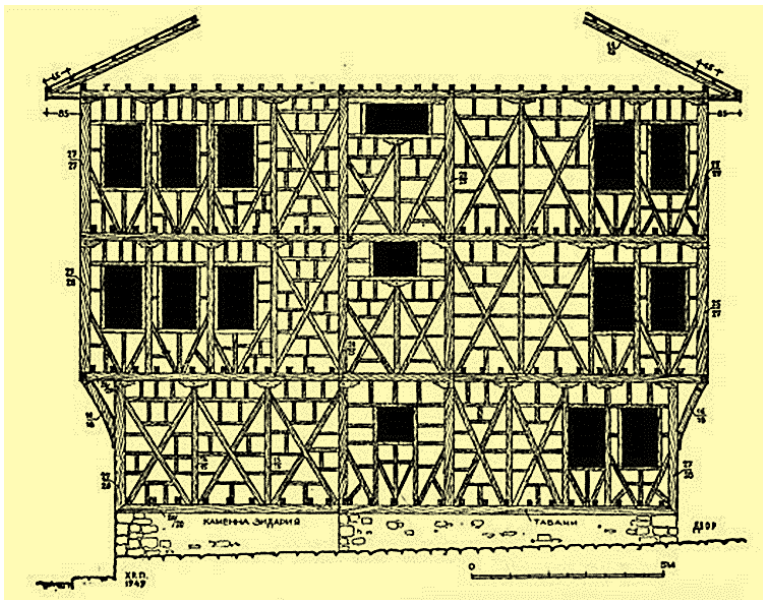


Фигура 17 Къща с блоков градеж от XVII в. Музей на селото, Букурещ .



Фигура 18 Къща с талпено-стълбова система от гр. Елена.





Фигура 19 Паянтова конструкция на източната фасада на къщата на Д. Георгиади в Пловдив. 1846 г. [6]



Фигура 20 Еркер от къща в гр. Елена.

През Възраждането се създават локални строителни школи. Известно е, че Кольо Фичето през 1817 г. постъпва в западнобългарската строителна школа в македонския град Корча, за да усвои изкуството на каменоделството и строителството. На 23 години става калфа, а на 36 е общопризнат майстор от целия дюлгерски еснаф. Преселници от Корча и Костурско основават най-известна архитектурно-строителна школа - Брациговската. През 1844 г. в Брацигово се създава дюлгерски еснаф в който участват 403 строители.

Оригинална експозиция, посветена на Брациговската архитектурно-строителна школа през Възраждането, е подредена в етнографския комплекс "Поповата къща" в Брацигово. Показани са инструменти и фрагменти от работата на местните дюлгери, както и богат снимков материал от живота на първомайсторите, майсторите, калфите и чираците. Изложена е също оригиналната *кондика* (устав) на строителния еснаф. Тук е съхранен и прочутият Мещровски речник, състоящ се от около 700 думи кодове, с които дюлгерите са наричали важните за дейността си пособия и елементи, за да не издават тайните на занаята.



фигура 21 [Етнографския комплекс "Поповата къща"](#) в Брацигово



Интересен и любопитен факт от строителната ни история е изграждането на църквата Св. Атанас в Чепеларе. Построена е през 1834 г. само за по-малко от два месеца (от 16 септември до 14 ноември). От дистанцията на времето трудно можем да си представим реализацията на тази сграда с тогавашните ръчни инструменти и транспортни средства.

Според В. Дечов ([списание Родопски напредък кн. 3, стр. 105 от 1907 г.](#)) „В течение на един месец (октомври 1834 г.) християнското население от 60 къщи, извършило следните видове работи: изхвърлило и насипало 520 куб.м пръст и чакъл; направило 620 куб.м подпорни и хоросанени стени; издигнало 450 куб.м храмови стени; обработило 102 куб.м мраморни колони, корнизи и рамки; приготвило и прекарало отдалеч 48 000 оки вар, 700 товара плочи. Доставило още дървета, желяза и други материали.“

Старите майстори са работили в коренно различни условия и среда от днешните. Строителните знания и умения са предавани устно от поколение на поколение в тесен кръг. Вместо днешното образование те са имали емпиричен усет за работа с различните материали. Разчитали са на много по-скромни източници на енергия и транспорт. За разлика от днешната тясна специализация те са имали енциклопедични познания и широки умения в различни строителни области, наследени от античността. Били са по-зависими от природата и по-близко до нея.

Уважение и поклон пред старите майстори!



фигура 22 Църквата св. Атанас в Чепеларе е с размери 15,30x10 м и височина 8,5 м. е построена от местното население за по-малко от два месеца.

#### 4. ИНДУСТРИАЛЕН И ПОСТИНДУСТРИАЛЕН ПЕРИОД

Индустриалната революция доведе до кардинална промяна в строителните техники и навлизането на нови основни строителни материали. Овластяването и използването предимно на невъзобновяеми енергийни източници даде възможност за индустриално производство, транспорт и строителство. Естествените материали бяха изместени от новите строителни продукти. Бетонът замени камъка, металът и пластмасата – дървото. Масово навлязоха нови химически продукти. Машините замениха ръчния труд и промениха строителните мащаби. Старите строителни умения и знания, предавани от поколение на поколение, бяха постепенно забравени.

В своето развитие постиндустриалното общество отново обърна поглед назад към забравени предииндустриалните техники, материали и продукти. Освен в строителството, този процес може да се види и в други области. Нараства търсенето на натурални храни, козметика, тъкани и др. Ръчната изработка придобива нова по-висока стойност.

Възраждането на стари строителни техники и материали започна през втората половина на XX век и се засили през последните 30 години. Причините за това са няколко:

- Евтино нискотехнологично строителство за субсидирани социални нужди.
- Икономия на енергия.
- Подобряване на микроклимата и комфорта на обитаване.
- Реставрация на стари сгради.
- Рециклиране на материалите, намаляване на въглеродните емисии и съхраняване на природата.

Известният египетски архитект Хасан Фатхи може да бъде наречен пионер във възраждането на забравените древни знания и материали. През 1945- 1948 година той реализира проект по преместването на село Гурна. Селото се е намирало непосредствено над древноегипетските гробници близо до Луксор и правителството решило да премести жителите му на ново място с минимални средства. Хасан Фатхи проектира и изгражда изцяло нов квартал използвайки ръчно направен кирпич и възражда древни техники за направа на арки, сводове и куполи. Обитателите участват в строителството и изграждат домовете и съобразно своите нужди. Построени са и джамия, пазар и училище. Въпреки че не е окончателно завършен, този проект добива широк световен отклик. През 1973 г. Хасан Фатхи издава книгата „Архитектура

за бедните“ ([Architecture for the Poor](#)).



Фигура 23: Купол и покрив на джамията в Нова Гурна. Арх. Хасан Фатхи. Снимка Marc Ryckaert ([MJJR](#))

Възникналата през 1973 г. петролна криза силно засяга икономиките на САЩ и страните от Западна Европа. Стават актуални търсенията за намаляване на разходите на енергия. Започва производството на икономични автомобили, появяват се слънчеви панели за затопляне на вода, започва проектиране и експериментиране на пасивни сгради. През 1978 в Гренобъл, Франция се създава Международен център по земна архитектура [CRAterre](#). Това е една изследователска лаборатория с мултидисциплинарен екип от специалисти в областта на земното строителство. Първоначалните цели на този център са свързани с прилагане на земята като енергоспестяващ материал, за който са необходими само 1-2% от енергията ползвана за производство на цимент или печени тухли. Според центъра [CRAterre](#) земята остава най-широко използваният строителен материал по целия свят. Една трета от общото човешко население живее в сгради, направена от земя - повече от два милиарда души в 150 страни.

През 1985 близо до Лион специалисти от CRAterre реализират малък жилищен комплекс от около 50 социални жилища, наречен Le domaine de la terre. Тук са експериментирани различни техники, които използват земята като основен строителен материал.





Фигура 24 Жилищен комплекс Le domaine de la terre

Днес CRAterre е един от водещите в света центрове за изследователска и издателска дейност, подготовка на специалисти и реализация на проекти в областта на земното строителство. Всяка година се организира фестивал [Grains d'Isère](#) в който *Архитектура, науката и изкуството срещат около Земята.*

През 1975 г. към университета в Касел, Германия, [проф. Гернот Минке](#) създава Изследователска лаборатория по експериментално строителство [Forschungslabor für Experimentelles Bauen \(FEB\)](#). От тогава са реализирани 30 изследователски развойни проекти в областта на земната архитектура. Те са свързани с определяне на физико-механичните характеристики на различните глинени и тяхното използване в съвременното строителство. Изтъкват се свойствата на земята за балансиране на влажността и температурата и създаване на здравословен микроклимат в сградите. Тези свойства се прилагат в изграждането на жилищни и обществени сгради. Проф. [Гернот Минке](#) проектира и реализира две детски градини в които се демонстрират предимствата на непечените тухли за създаване на комфортна среда.



Фигура 25 Уолдорфска детска градина в Зорзум, Германия. Проф. арх. Гернот Минке



Фигура 26 Сводова конструкция от бали слама за селската комуна Tamera в Алентехо / Португалия, проектирана от Гернот Минке. lernpunkt.lehm



## II. ЗЕМЯТА КАТО СТРОИТЕЛЕН МАТЕРИАЛ

### 1. ПРЕИМУЩЕСТВА В СРАВНЕНИЕ С ОБИКНОВЕНО ИЗПОЛЗВАНИТЕ ИНДУСТРИАЛНИ СТРОИТЕЛНИ МАТЕРИАЛИ

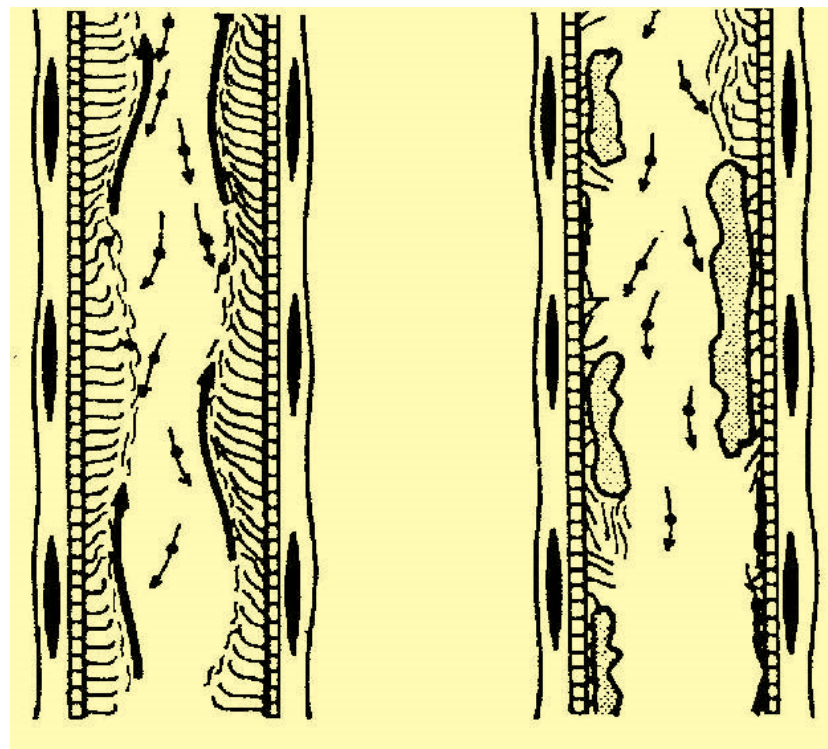
- **Подобряване на вътрешния климат в помещенията.**

Непечената глина има способност да балансира относителната въздушна влажност, каквато не притежава никой друг строителен материал. В страните с умерен и хладен климат хората обикновено прекарват приблизително 90 % от времето си в затворени пространства. Прекалено високата или ниска температура веднага се усеща от обитателите, но отрицателното влияние на високата или ниска влажност не винаги е общоизвестно. Въздушната влажност в помещенията оказва съществено влияние върху здравето.

От изследванията на Grandjean (1972) и Becker (1986) става известно, че относителна влажност под 40 % през дълъг период време може да изсуши слизестата мембрана на трахеята. Обикновено слизестата мембрана на епителната тъкан в трахеята поглъща прах, бактерии, вируси и т.н. и ги връща към гърлото с вълнообразни движения на епителните влакна. Ако това поглъщане и системата на транспортиране са нарушени поради изсушаване, тези външни тела могат да достигнат до белите дробове и да доведат до намаляване на съпротивлението на организма към студ и свързаните с това заболявания. [7]

Относителна влажност в диапазона от 40 % до 70 % има много положителни влияния: това намалява съдържанието на фин прах от въздуха, активизира механизмите на защита на кожата против микроби, намалява живота на много бактерии и вируси.

Относителна влажност над 70 % обикновено се усеща неприятно вероятно поради намаляването на потреблението на кислород от кръвта в топли и влажни условия. Увеличението на ревматичните заболявания се наблюдава в хладен и влажен въздух. Гъбените формирания значително се увеличават в закрити помещения, когато влажността се повиши над 70 % - 80 %. Гъбените спори в по-големи количества могат да доведат до алергии и/или други заболявания. От тези факти следва, че нивото на относителната влажност в помещенията следва да бъде минимум 40 % и не повече от 70 %.

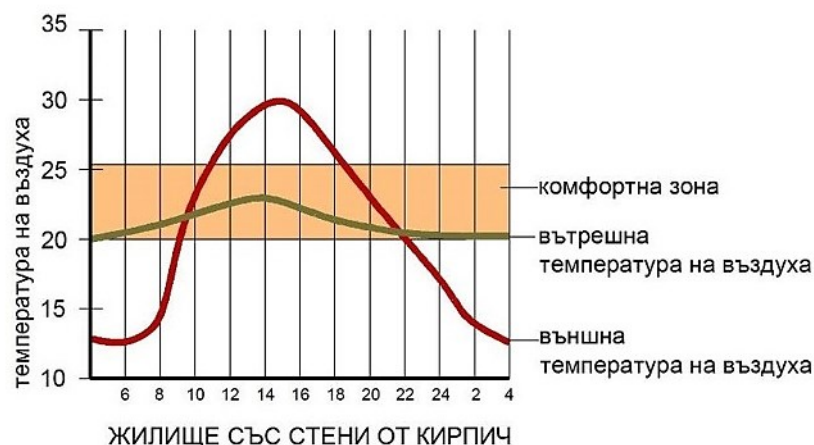


фигура 27 Разрез през трахея [7]

Глината е способна да поглъща и изпуска въздушната влага по-бързо и в по-голяма степен от всеки друг материал (например 30 пъти по-вече от печените тухли). Това качество балансира вътрешния климат в помещенията. В течение на 8 години в жилище с глинени стени в Касел (Германия) са отчетени постоянни стойности на относителна влажност от 50 % (Minke 1995). [7]

- **Непечената глина съхранява топлината.**

Подобно на всички тежки материали глината съхранява топлината. Голямата топлинна инерция прави този материал особено подходящ в климатични зони със значително различие между дневната и нощна температура. Жилищата с дебели стени от земя са прохладни през лятото и топли през зимата. Благодарение на термалната си маса, те балансират 24 часовия дневен температурен цикъл. За преминаване на топлината през 50 см стена от земя са необходими 9 часа. [8] (виж приложение 2)



Фигура 28 Графика, показваща 24 часов дневен цикъл на изменение на температурата в жилище с 50 см. стени от кирпич в Египет. Външната температура (с червено) се променя от 13 до 30 градуса, докато вътрешната температура на въздуха (с зелено) остава в диапазона 20-23 градуса. [8]

Дебелите глинени стени отдават съхранената топлина с лъчение. Това създава усещане за комфорт, защото 62% от топлообмена на човешкото тяло се осъществява също с лъчение. Останалата част на човешкия топлообмен се разпределя: 15% от изпаряване, 10% от конвекция, 10% от дишане и 3% проводимост.

Поради голямата си хигроскопичност земята поема и отдава значително количество влага. При повишаване на температурата, част от съдържащата се в стената вода се изпарява, поемайки енергия и охлаждайки помещението. При понижаване на околната температура се наблюдава обратен процес - водата се кондензира и отдава енергия. Така чрез фазовия преход на съдържащата се вода, земята се явява естествен балансър на температурата в помещението.

- **Непечената глина икономисва енергия и намалява замърсяването на околната среда.**

Строителството с непечена глина консумира приблизително 1-2 % от енергията, необходима за производството и транспорта на печени тухли или стоманобетон.

- **Непечената глина се рециклира многократно.**

Тя може да бъде преработена по всяко време без вредни емисии и с минимален разход на енергия.

- **Използването на непечената глина икономисва транспортни разходи.**

Често глинестата почва се намира до мястото на строителство. Земните маси от изкопни работи могат да се използват непосредствено. Ако почвата не съдържа достатъчно глина, то може да се добави. Ако глината е в по-голямо количество, може да се добави пясък. Дори когато необходимата глинеста почва се транспортира от други близки находища, разходите са по-ниски в сравнение с доставянето на индустриални строителни материали от големи разстояния.

- **Непечената глина е идеална за самостроителство.**

Обикновено методите за строителство с непечена глина са ниско технологични и могат да се изпълняват от непрофесионалисти без да са необходими скъпи инструменти и машини. Достатъчен е само един човек с опит, който може да управлява процеса. Способът е трудоемък, но когато се използва собствен труд, този факт не е от първостепенно значение.

- **Непечената глина съхранява дървесината и други органични строителни материали.**

Непечената глина съхранява дървените елементи, които се намират в контакт с нея. Това е следствие от ниската влажност от 0,4 % до 6 % и високата капилярност на материала. Обикновено никакви гъбички и насекоми не унищожават такава дървесина. За да живеят, насекомите се нуждаят от 14 % до 18 % влажност, а гъбичките - над 20 %. (Muhler 1978). Така непечената глина може да съхранява и малки количества слама, смесени с нея. Това е познат от древността начин за дисперсно армиране. [7]

- **Защита от високочестотни електромагнитни излъчвания**

Измервания, направени в Университета на Федералните въоръжените сили в Мюнхен показват, че стена от глинеста почва с дебелина 24 см намалява с 24 db (децибела) излъчването на честоти от 2 гигагерца (на която работят мобилните телефони). Стена със същата дебелина от варовик поглъща само 7 db. [7]

## 2. НЕДОСТАТЪЦИ

- **Глинестите почви са труден за стандартизиране материал.**

Това се дължи на многото възможни комбинации на различни видове глина и пясък в отделните находища.

- **Глинестите почви се свиват при сушене.**

Поради изпаряване на водата, използвана за подготовка на сместа, се появяват пукнатини. Влагата е необходима за активиране на свързващата сила и постигане на пластичност. Коефициентът на линейно свиване е обикновено между 3% и 12% при мокри смеси (използвани за кирпич, мазилки и разтвор за зидане), и между 0,4% и 2% при сухи смеси (използвани за трамбована земя и пресовани блокове).



Свиването може да бъде сведено до минимум при намаляване съдържанието на глина и вода, чрез оптимизиране на разпределението на размерите на зърната, както и с помощта на добавки.

- **Глинестата почва не е водоустойчива.**

Структурите от глинеста почва трябва да бъде защитена от дъжд и замръзване, особено в мокро състояние. Необходимо е стените от земя да бъдат повдигнати поне на 60 см от нивото на терена и защитени от големи стрехи или подходящи повърхностни покрития.

- **Конструкциите само от земя не са устойчиви на земетръс.**

Земята сравнително добре понася натискови натоварвания, но притежава ниски якости на опън, срязване огъване и усукване. Затова в райони със земетръсен риск (в каквото попада България) са необходими мерки за допълнително антисейсмично укрепване. В нашата традиция са използвани дървен скелет (паянтова конструкция) и дървени пояси (сантрачи).

### 3. СЪСТАВ НА ГЛИНЕСТИТЕ ПОЧВИ

Терминът “глинено строителство” е неточен. Глината е основната съставка на строителната смес, която съдържа още и пясък, чакъл, тиня и други добавки. В световната практика се е наложил терминът *Earth (земя)*. Предлагам в нашата практика тази строителна смес да наричаме *глинеста почва*. Подобно на цимент в бетона, глина действа като свързващо вещество за всички по-големи частици. Тинята, пясъка и чакъла представляват пълнители в глинестата почва. В зависимост от това коя от трите компоненти преобладава, говорим за глинеста, тинеста или глинесто-песъчлива почви.

Подходящи за строителство са глинести почви, в които отделните съставки варират в следните граници:

Глина (с диаметър по-малък от 0.002 мм) - 10-25 %

Тиня (с диаметър между 0,002 и 0,06 мм) – 15-30 %

Пясък (между 0,06 и 2 мм) и чакъл (между 2 и 6 мм) – 45-75 %

- **Глина**

Глината е вторичен продукт, образувал се в резултат на скална ерозия, в чийто състав влизат основно дребно смлени алуминиеви силикати. В сухо състояние е прахообразна и добива консистенция подобна на пластилин при овлажняване. Има различни класификации на видовете глина, но за целите на строителството може да се приемат следните три групи:

**Каолини- каолинит и халоизит.** Стабилни глинати. Каолинитът е най-често срещан.

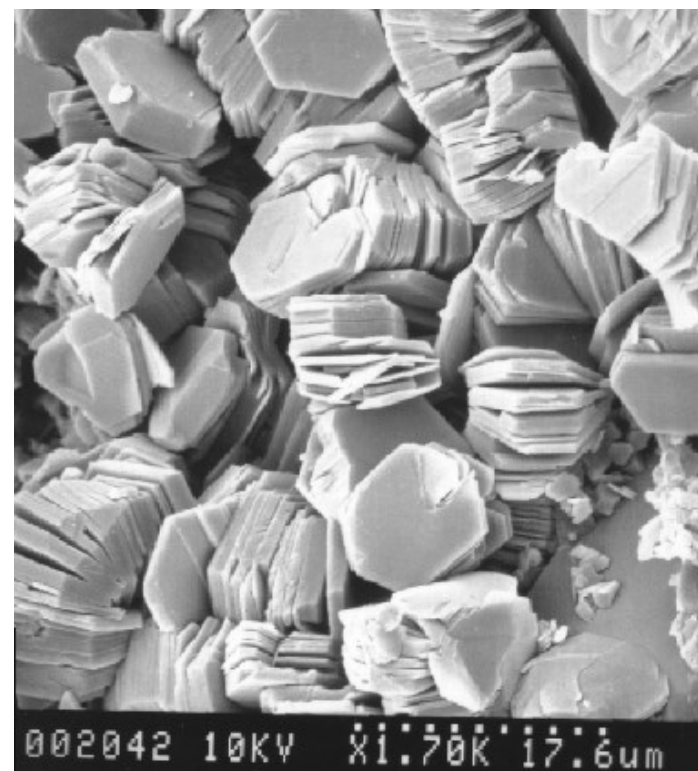
**Смектити-** Нестабилни глинати. Най-често срещани са монтморилонит и бентонит. Силно набъбващи при мокрене и са водонепропускливи. С тях могат да се

постигнат високи якости, но не са предпочитани от строителите заради голямото свиване при съхнене. Поради своята водонепропускливост във влажно състояние бентонитът намира приложения при направа на хидроизолации за язовирни стени, езера и др.

**Илити-** огнеупорни глинати, които се срещат рядко.

Обикновено глината представлява смес от различни видове, както и примеси от други минерали. Това обуславя и различните цветове. Например примесите на железните съединения придават червен или жълт цвят. Мангановите съединения придават кафяв цвят, варовик и магнезий – бял, докато органичните вещества дават наситено кафяв или черен цвят.

Глинените частици са с размер под 2 микрона и имат плочковидна форма. Когато те се намокрят, водата създава между тях капиларни мостове, които подреждат и слепват отделните частици. При изсъхване подредбата им се запазва глината служи за свързващ материал, така както цимента в бетона. За разлика от цимента обаче, при глината този процес е многократен и се повтаря след всяко мокрене и изсъхване.



Фигура 29 Микроскопски изглед на каолинит. Снимка [NASA Goddard Centre](#)

- **Тиня, пясък и чакъл**

Свойствата на тинята, пясъка и чакъла са напълно различни от тези на глината. Те са просто агрегати, които нямат свързващо действие. Пясъкът с остри ръбове е за предпочитане. Той създава по-здрави връзки от този със заоблени ръбове. Точното разпределението на размера на частиците в глинестата почва може да се извърши в лабораторни условия чрез пресяване през сита. Този тест се нарича зърнометричен анализ.

- **Вода**

Водата активира свързващите сили на глинестата почва. Освен свободна вода, има три различни вида вода в глинестата почва: кристализирала вода (структурна вода), абсорбирана вода, и капилярна вода. Кристализираната вода е химически обвързана и може да се открие само ако глинестата почва е загрята до температура между 400 °C и 900°C. Абсорбирана вода е електрически обвързана с глинестите минерали. Капилярната вода прониква в порите на материала по капилярен път. Абсорбираната и капилярната вода се освобождава, когато сместа се нагрява до 105°C. Ако суха глина се намокри, тя се подува, защото водата се промъква между плочестата структура и обвива плочките с тънък воден филм. Когато тази вода се изпарява, разстоянието между плочките се намалява. Самите плочки се организират в паралелна структура, поради силите на електрическото привличане. По този начин глината придобива свързващо действие без да се променя химическия състав.

- **Плътност**

Прясно разкопана почва е с плътност от 1000 до 1500 kg/m<sup>3</sup>. Ако тази земя се уплътни чрез трамбоване или пресоване, нейната плътност варира от 1700 до 2200 kg/m<sup>3</sup> (или повече, ако тя съдържа значителни количества чакъл или по-големи агрегати).

#### 4. ТЕСТОВЕ, ИЗПОЛЗВАНИ ЗА АНАЛИЗ НА СЪСТАВА И СВОЙСТВАТА НА ГЛИНЕСТАТА ПОЧВА.

Ще се ограничим само с прости полеви тестове, които не са много точни, но могат да дадат достатъчно добра първоначална оценка за изследвания материал. За да се избегне съдържание на органични вещества, трябва да се използва земя, която се намира под хумусния слой. Дебелината на този слой варира от 20 см при по-бедните почви до 1-2 метра при плодородни черноземни почви. Добре е предварително да се събере информация от местните хора за използвани в миналото находища за строителни цели.

- **Тест за мирис.**

Чистата глинестата почва е без мирис, но тя придобива миризма на мухъл, ако съдържа хумус или органична материя.

- **Тест за измиване.**

Влажна почвена проба се втрива между ръце. Ако зърната могат да се усещат отчетливо, това показва пясъчливост на почвата. Ако пробата е лепкава, но ръцете остават чисти в сухо състояние, това показва тинеста почва. Ако пробата е лепкава и е необходима вода за почистване на ръцете, това показва глинестата почва.

- **Седиментен тест**

Съклен буркан се пълни 2/3 с почва, долива се до горе с вода и се разбърква. Може да се добави една чаена лъжичка готварска сол. След разкисване на почвата (около 30 минути) съдът се разклаща и се оставя за утаяване за 4-8 часа. Най-едриите частици се утаяват най-бързо на дъното, най-фините последни остават на повърхността. Глината е най-горе. По средата е тинята. Пясъкът и чакъла са на дъното. Тази стратификация позволява да бъде направена оценка за съотношението на съставките.

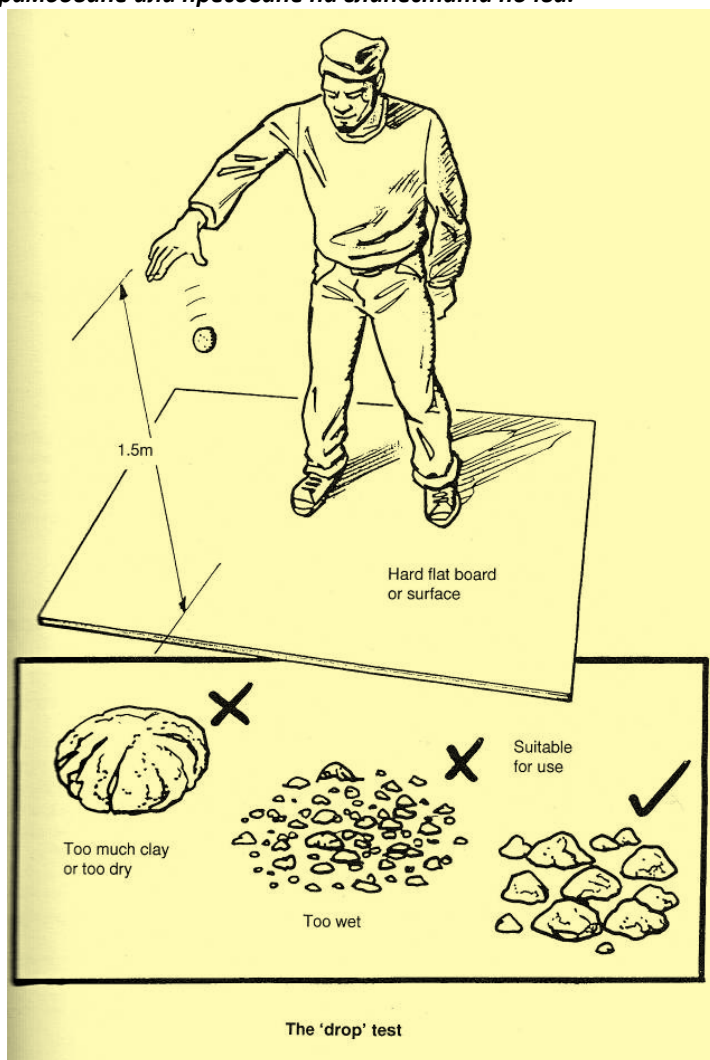
Въпреки, че този тест се препоръчва от всички автори, не бива да му се доверяваме напълно. Проби, направени в Университета в Касел, Германия, показват понякога големи отклонения и грешки до 1750%.



Фигура 30 Седиментен тест. Наблюдава следния състав. ГЛИНА 15%; ТИНЯ 35%; ПЯСЪК И ЧАКЪЛ 50%



- **Полеви тест за определяне на състава или оптималното водно съдържание при трамбоване или пресоване на глинестата почва.**

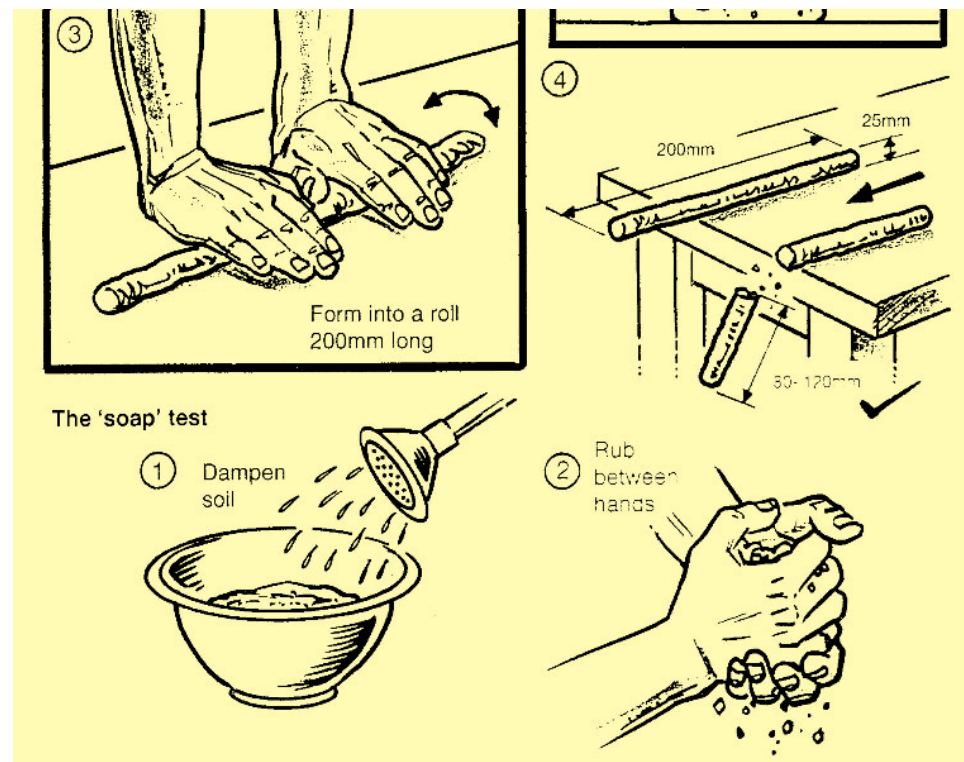


фигура 31 Полеви тест за определяне на състава или оптималното водно съдържание при трамбоване или пресоване на глинестата почва. [9] Топка с диаметър 4 см и с много ниско водно съдържание се пуска от 1,5 м върху равна чиста повърхност. Ако топката остава цяла – съдържа много глина (над 25%) или е суха.

Ако топката се разпръсква на много малки части – голямо водно съдържание или е пясъклива. Ако топката се разчупи на няколко части – подходяща е за употреба.

Забележка: При стабилизиране с цимент е необходимо 10% повече вода.

- **Полеви тест за оценка състава на почвата**



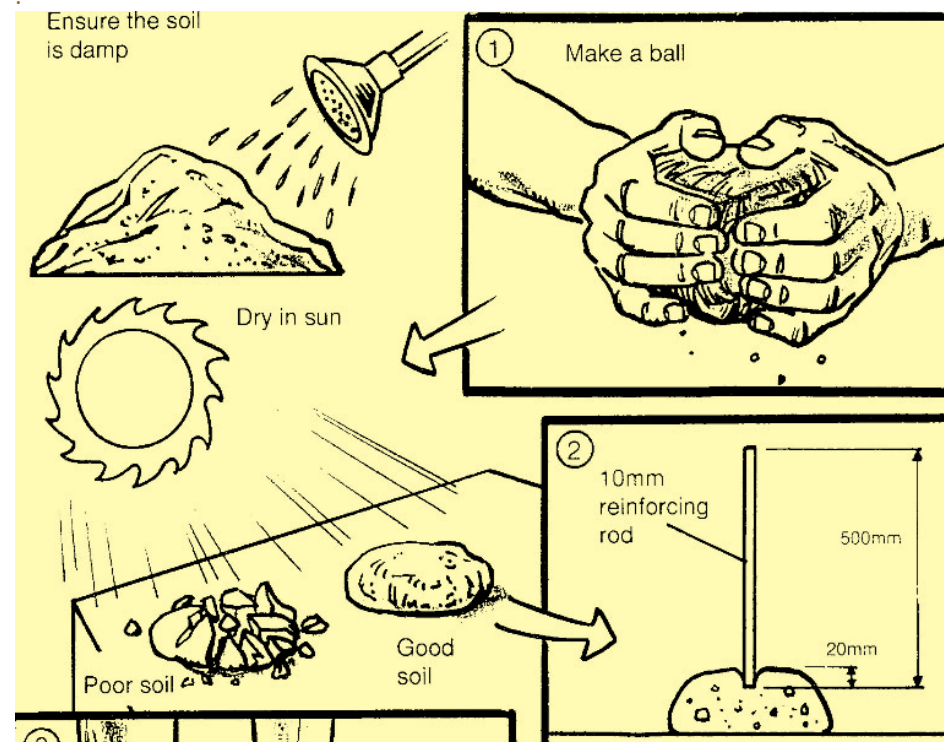
фигура 32 Полеви тест за оценка състава на почвата [9] Върху гладка повърхност с ръце се приготвя руло с диаметър 2,5 см и дължина около 20 см. Рулото се поставя върху маса и внимателно се избутва извън ръба до неговото прекъсване. Ако отчупеното парче е с дължина под 8 см, то глинестата смес е много постна и следва да се добави глина. Ако дължината е над 12 см, то съдържанието на глина е високо и следва да се добави пясък. [9]

- **Тест за определяне свиването при изсъхване.**



Фигура 33 Тест за определяне свиването при изсъхване. Приготвя се руло с дължина 20 см с необходимото оптимално водно съдържание за съответната строителна техника. След пълното му изсъхване се измерва дължината и по разликата се отчита свиването. Например ако рулото е дълго 18 см, т.е свиването е 2 см или 10%.

- **Полеви тест за определяне на оптималното водно съдържание при направа на кирпич.**



фигура 34 Полеви тест за определяне на оптималното водно съдържание при направа на кирпич. [9] Чрез бавно добавяне на вода се приготвя топка от глинестата смес с диаметър около 10 см. Топката се поставя върху твърда равна повърхност. Върху нея без натиск се поставя пръчка от арматурно желязо с диаметър 10 мм и дължина 50 см. Ако пръчката потъне 20 мм, то водното съдържание е подходящо за направа на кирпич.

## 5. ПОДОБРЯВАНЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ГЛИНЕСТАТА ПОЧВА ЧРЕЗ СПЕЦИАЛНА ОБРАБОТКА ИЛИ ДОБАВКИ

- **Добавяне на пясък или по-големи агрегати.**

Ако съдържанието на глина в почвата е над 20-25% , то свиването при съхнене ще е голямо и ще доведе до напукване. Относителното съдържание на глина може да се намали чрез добавяне на пясък. Често това се налага при направа на мазилки или подови замазки. При глинестата почва с добавен до 80% пясък (с диаметър от 0,25 до 1 мм) свиването може да се намали до 0,1%. При тинестата почва следва да



се добавя по-едър пясък (1-2 мм в диаметър). При някои строителни техники като коб или трамбована глина може да се добавя и чакъл.

- **Добавки за намаляване на водното съдържание.**

В керамичната промишленост за постигане на пластичност с минимално количество вода се добавят водно стъкло  $9\text{Na}_2\text{O} \cdot 3-4 \text{SiO}_2$  и сода ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Опитът на Университета в Касел показва, че за строителни цели тези добавки дават малък ефект. Добавянето на суроватка дава много добри резултати. [7]

- **Добавяне на влакна.**

Влакната от растителен и животински произход служат за дисперсно армиране на материала. У нас традиционно се използва смяна слама. Възможно е използването на сено, пуздер (отпадък от производството на лен), борови иглички, коноп, памук, животински чоп и др. Чрез добавяне на влакна се намалява свиването на глинестата почва. Освен че служат за армиране, те намаляват и относителното съдържание на глина и вода, защото определено количество влага се абсорбира в порите на влакната. Видът на добавените влакна влияе по различен начин на якостните показатели. Опити, направени в Университета Сайтама, Япония, са дали най-добри резултати при използване на юта. Тестове, с добавяне на ленени влакна (пуздер), проведени в НИСИ София, показаха двойно повишаване на якостите на натиск и опън при огъване. Общото мнение, че добавянето на влакна повишава здравината не винаги е вярно. Якостните показатели се повишават само при използване на малки количества фини влакна като животински чоп, лен, юта, тънко сено и др. Опитите с добавяне на смяна слама (5 см), направени в университета в Касел [7] показват намаляване на якостта на натиск:

Слама [%/тегло]	Плътност[kg/m <sup>3</sup> ]	Якост на натиск[N/mm <sup>2</sup> ]
0	1882	2.2
1	1701	1.4
2	1571	1.3
4	1247	1.1
8	872	0.3

- **Стабилизиране от водна ерозия и мръзнене.**

Като цяло, ако стените са защитени с подходящи стрехи или обшивки, не е необходимо тяхното стабилизиране. Ако обаче те частично са изложени на дъжд или остават незащитени по време на строителството, то може да се наложи добавяне на стабилизатори. От минералните стабилизатори се използват цимент и вар. Циментът действа като стабилизатор, особено при почви с ниско съдържание на глина. При каолиновите глинени може да се използва от 4-8% цимент. Колкото по-високо е съдържанието на глина толкова повече цимент ще е необходим. Монтмориленитовите глинени се стабилизират по-добре с вар. Стабилизирането с вар е трудно, защото

трябва да се създадат условия за бавно съхнене (до 4 седмици). При каолиновите глинени стабилизирането с вар е по-трудно и е по-успешно при почви с високо съдържание на глина. Оптималното съдържание на вар е 5-12% на сухо тегло. Над тази граница може да се получи обратен ефект и якостта да намалее.

Към минералните стабилизатори може да се добави и солта. Поради силната си хигроскопичност, солта повишава влажността на материала, увеличава неговата еластичност, намалява пукнатините и понижава температурата на замръзване. Традиционно солта е добавяна към външни глинени мазилки (по южното Черноморие) и замазки на плоски глинени покриви (Кападокия, Турция).

От органичните стабилизатори най-използван е битумът. Във Вавилон е бил употребяван за стабилизиране на кирпичени тухли. Днес в Ню Мексико, САЩ за напавата на кирпич масово се използва 3-6% емулгиран воден разтвор на битум.

В миналото за стабилизиране са използвани продукти от животински произход като кръв, урина, оборски тор, суроватка и казеин. У нас оборският тор има доказан ефект. Торът предварително се смесва с вода и се оставя да ферментира за 1-4 дни. "Джет" тест (с водна струя) на глинени мазилки, проведен в Германия, показва че обикновена глинена мазилка ерозира след четири минути, докато мазилка с 3,6% кравешка тор- след 4 часа. [7]

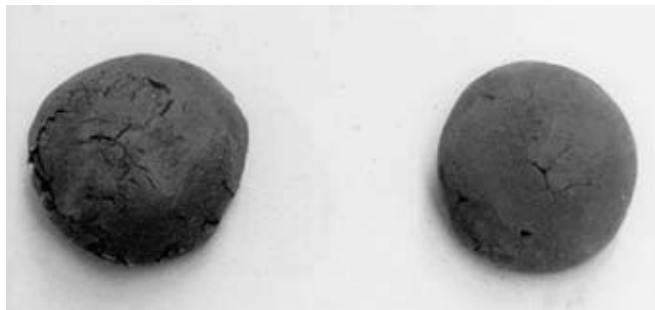
Стените могат да се боядисат с вар. Приготвя се разрежено варово мляко, което се нанася с четка (баданарка). За вътрешни стени са необходими минимум 3 нанасяния, а за външни – 5. Варта попива и при калцирането си образува тънка кора, която предпазва стената.

За повърхностна обработка на мазилка и глинени под успешно се прилага вакса от пчелен восък, разтворен в боров терпентин.

В някои страни се използват и стабилизатори от растителен произход, като растителни сокове, съдържащи мазна и латекс, извлечени от растения като сезал, агаве, банани и др. Много добър стабилизатор е двойно превареното ленено масло. Използват се също така нишесте и меласа с добавяне на малко вар.

- **Смесване и втвърдяване.**

Тези процеси са от особена важност. В зависимост от начина на приготвяне една и съща смес може да има различни свойства и здравина. Оптималното време за разбъркване може да се определи по емпиричен път. Тестът (фигура 35) показва две топки с диаметър 5 см, смесени с миксер от една и съща глинестата почва и пуснати от 2 м височина. Лявата топка е бъкана в продължение на 2 минути, а дясната – 10 минути и показва по-малко деформации. Това не означава, че колкото по-голямо е времето за приготвяне, толкова резултатът се подобрява. Обратно, след 20 минути бъркане същия материал е намалил здравината си с 11%. [7]



фигура 35 [7]

За получаване на добра смес е необходимо слой 25-40 см от изкопаната почва да се положи в контейнер или трап и да се наисне добре с вода за 2-4 дни. Отлежаването, наричано още “втасване” значително подобрява качеството. Този феномен вероятно се дължи на електрохимичното привличане между различните глинести минерали, в резултат на което частиците оформят по-компактен и подреден модел. Получената мека маса след това може лесно да се разбърка и смеси с необходимите добавки. Ако се добавят груби агрегати като пясък и чакъл, те се мокрят предварително.

Погрешно се счита, че съхненето трябва да става на слънце. Бързото съхнене води до повърхностен стрес на материала и появата на пукнатини и шупли. Добре е през първите дни съхненето да става на сенчесто и тихо място.



Фигура 36 Забъркване в корито, приготвено от платнище и бали слама.  
[Семинар в с. Извор, Родопите.](#)

#### ● **Подобряване на топлоизолационните свойства.**

За подобряване на топлоизолационните качества могат да се добавят материали, съдържащи въздух като: слама, тръстика, перлит, керамзит, пемза, пясък от миди, дървени стърготини, корк и други леки и порьозни материали. (виж Приложение 1)

### 6. СТАНДАРТИ И НОРМАТИВИ

Интересът към строителство с глинести почви се възражда от преди около 30 години. През последните десет години се отбелязва съществен ръст, породен от нарастващия интерес за устойчиво развитие. В световен мащаб все още съществува дефицит на стандарти и норми, които да регламентират този вид строителство. Малко страни могат да се похвалят с постижения в тази област. Сега са известни общо 25 стандарта в 14 страни. Национални стандарти са приети в: САЩ ([Ню Мексико](#) и Калифорния), Нова Зеландия, Франция, [Перу](#), Индия, Нигерия, Шри Ланка, Чили и Германия. Много задълбочено към проблема се подхожда в Германия, където през 1999 бе разработен стандартът “Lehmbau Regeln”. Приети са и национални [DIN стандарти](#) за индустриално производство на глинести блокове, разтвори и мазилки.

Липсата на стандарти в много страни (между които и България) е пречка за приложение на глинестите почви в строителството, въпреки съществуващите богати традиции. Малкото направено у нас се дължи на група ентузиаста, които през последното десетилетие успяха да реализират няколко сгради. За радост обаче, макар и ограничено по обем, това строителство у нас е на много високо световно ниво. Единствения легален подход за “глинено” строителство на сгради в България е използването на дървена (паянтова) конструкция, в която глинестата почва да няма носеща функция.

Асоциация за строителство с естествени материали [АСЕМ](#) направи лабораторни проучвания за приложението на сламените бали в строителството. Благодарение на двугодишната работа на екипа на АСЕМ в партньорство с НИПЦ към УАСГ, в България бе създадена техническа документация за „Приложение на сламени бали за изграждане на изолационни неносещи стени на нискоетажни сгради“.

При необходимост, за определено изделие може да се изработи техническа спецификация (фирмен стандарт) от лицензирана лаборатория.

[Техническа спецификация за непечени тухли\(Пресовани глинени блокове\)](#)

[Техническа спецификация за непечени тухли \(кирпич\)](#)

В **Приложение 3** са дадени тестове и норми за основните якостни показатели в различни страни.



### III. ПРИЛОЖЕНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ МАТЕРИАЛИ В СГРАДИТЕ

#### 1. ОСНОВИ.

Традиционно в миналото основите на сградите са изпълнявани от каменна зидария. Сухата каменна зидария е използвана най-често. Действащите сега строителни норми изискват използване на свързващ разтвор.



фигура 37 Основи от суха каменна зидария.

Естествените камъни имат относителна плътност от 2000 до 3200 кг/куб.м. Якостта им на натиск е различна в зависимост от вида - от 150 до 2000 кг/кв.см. Якостта им на опън е малка и затова те не трябва да се натоварват на опън и огъване.

#### ОБЩИ ПРАВИЛА

- Камъните да се поставят на своето естествено легло, като лежащите фуги да бъдат по възможност перпендикулярни на действащите сили, най-често хоризонтални.
- Дължината на отделните камъни да е не по-малка от височината и да не я надвишава повече от 4-5 пъти.
- Превръзката да се осъществява през цялата дебелина на зида.
- Допирните фуги, най-често вертикални да не съвпадат една с друга.
- При зидането надлъжните и напречните редове да се редуват или в един ред след два надлъжни да следва един напречно поставен камък.
- Вътрешните празнини, когато не могат да се избегнат, да се запълват с малки камъни и разтвор.
- Фугите по видимите плоскости се фугират с разтвор

#### 2. КАМЕННИ ЗИДОВЕ

За каменните зидове важат споменатите по-горе общи правила.

#### ВИДОВЕ ЗИДАРИИ

- **Зидария от речни камъни.** Речните камъни и изобщо заоблените камъни не са подходящи за здрава зидария. Между тях се получават големи междини. Препоръчва се през всеки два три реда да се прави изравнителни пояси от три реда тухли или пояси от дърво (сантрачи). Камъните се подреждат върху достатъчен пласт гъст разтвор, като се нагласяват плътно на мястото.





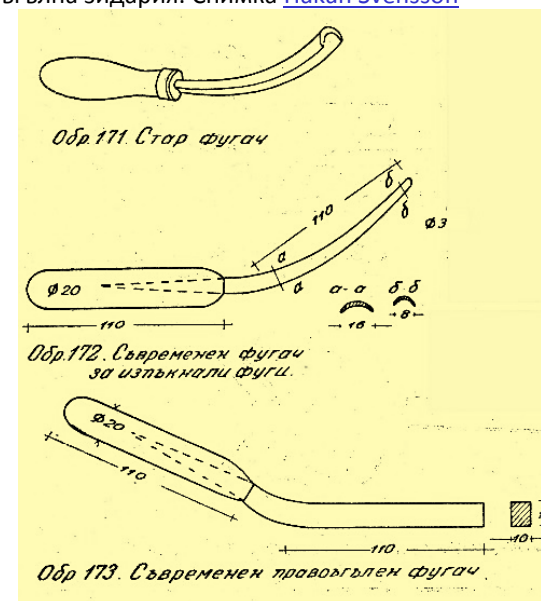
фигура 38 Зидария от речни камъни с цепени лица и тухлени изравнителни пояси, 5 век от н.е., София, ротонда "Св. Георги"

- **Многоъгълна (циклопна) зидария.** Използват се големи гранитни или други породи твърди камъни с неправилна форма, като лицевата страна на камъка се до-  
оформя, страничните плоскости и леглата се изчукват, за да се образуват фуги с ед-  
наква дебелина. Може да се използват и големи речни камъни, които се разцепват  
с чук и при малка обработка на ръбовете те прилягат по-плътно. Фугите образуват  
мрежа без подчертани хоризонтални и вертикални фуги. По-големите камъни се  
поставят в ъглите. При липса на големи камъни ъглите може да се изпълнят от тух-  
лена зидария. Наклонените фуги пораждат хлъзгащи усилия между камъните, затова  
тази зидария не може да поема големи товари.

Понякога циклопната зидария се прави почти без да се причукват и издялват страните. И при двата начина на зидане празнините между камъните се запълват старателно и се замазват с разтвор, а върху него се правят декоративни фуги. Фугите се изтеглят със специални инструменти – *фугачи* (фиг. 40). [10]



фигура 39 Многоъгълна зидария. Снимка Håkan Svensson



Фигура 40 Инструменти за фугиране на каменна зидария - *фугачи*. [10]



- **Зидария от необработени ломени камъни.** Те имат по-големи плоскости с тях може да се постигне по-добра превръзка. Горизонталните фуги минават по цялата дължина на стената. *Лицеви* се наричат камъните, които се поставят по външния и вътрешния контур. Запълнката от камъни между тях се нарича пълнеж. Лицевите камъни се поставят всеки поотделно върху пластичен разтвор, като първоначално позицията се избира на сухо, така че те да лежат неподвижно, като образуват най-малки празнини. След това камъкът се повдига малко, с мистрия се поставя достатъчен слой пластичен разтвор и камъкът се поставя в разтвора без да се изменя положението му. Всеки лицев камък трябва да покрива фугата между долните камъни, като по този начин създава превръзка в зидарията. Пространството между лицевите камъни се запълва плътно с по-дребни камъни и чакъл на пластичен разтвор. Не се позволява камъкът да се разчупва на парчета върху зидарията за да не се нарушава целостта на току направения зид.

При сухо, топло и ветровито време, когато се зида с варов или циментов разтвор, ломеният камък се мокри предварително с вода.



фигура 41 Зидария от ломени камъни.

- **Зидария от частично обработени камъни.** Такава зидария се прави от блокчета, добити чрез цепене или груба обработка на ломени камъни в приблизително

правилна форма. При тази зидария може да се постигне по-голяма якост, в сравнение с предишните зидарии. Празнините между отделните камъни се запълват с разтвор и плътно (с чук) се заclinват с дребни и трошени камъни.



фигура 42 Зидария от частично обработени камъни

- **Комбинирана зидария.** Едновременно от външната страна се зида с камък а от вътре с тухла. Добре е през 4-6 надлъжни реда да се прави превръзка с напречни тухли или с поне два реда тухлен пояс през цялата стена.

- **Квадровата зидария** се изпълнява от отделни предварително обработени с определени размери и форма камъни, наречени *квадри*. Изпълнява се по два начина: *гръко-римски* когато цялата дебелина на стената е от квдри, и *комбинирана*- когато едната страна на стената е от квадри, а противоположната от друг материал (ломен камък, тухли и др.).

При гръко-римската quadrova зидария в единия ред се поставят само надлъжни блокове, а в следващите се сменят надлъжен и напречен блок. Според Атанас Попов „В гръцките храмове тази зидария се изпълнявала с кухня по дължината и височината на зида. Напречните (свързващите блокове) са минавали през цялата дебелина на зида, а кухнята е била без пълнеж.“ [11]

Квадрите се свързват с разтвор с дебелина на хоризонталната фугата около 6 мм. За запазване точната дебелина на фугата и избягване на изтичане на разтвора вследствие тежестта на камъка, в хоризонталната фуга се поставят оловни подложки със съответната дебелина. [11]





Фигура 43 Квадрова зидария, Плиска.



фигура 44 Квадрова зидария, Плиска.

- **Смесена зидария (опус микстум)**

Представява смесен градеж от камък и тухла, при който един или няколко реда камъни се сменят с редове тухли, които образуват тухлен пояс. В Римската империя техниката е широко разпространена в края на I и началото на II век от н. е. У нас тази зидария се появява при строителството на крепостната стена в Мезек и несебърските църкви след края на XII век. Техниката на смесената зидария се наследява от османската архитектура и може да се види в много запазени сгради от този период. Когато се използват дялани камъни с правилна форма се постига голяма здравина и сеизмична устойчивост на зидарията.



Фигура 45 Смесена зидария на Баня баши джамия в София.



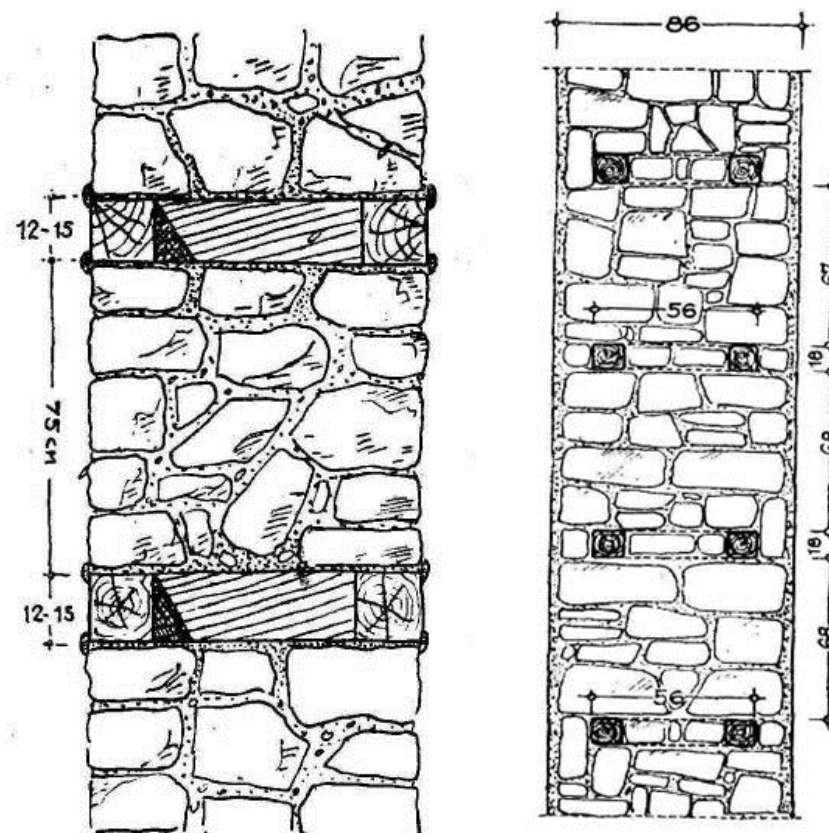
Фигура 46 В средновековните несебърски църкви смесената зидария е използвана и за изграждане на арки.





фигура 47 Смесена зидария, камбанария на църквата в гр. Елена.

Каменната зидария има значителна дебелина, понякога, според мястото и височината, тя достига до един метър. Характерни за нея са хоризонталните дървени пояси, наричани “кушащи” или “сантрачи”, изработени от дървени греди и поставени на по височина на разстояние приблизително един аршин (70-75 см). Тези пояси са направени от две успоредни греди (8/6, 8/10 или най-много 10/10) поставени надлъжно по стената и свързани напречно с дървени връзки, врязани в надлъжните греди. Скрытите дървени пояси се срещат по-рядко – при високи и дебели каменни зидове или подпорни стени. Кушаците имат извънредно голямо значение за здравината на каменните стени, особено при земетръс. [6] Към тях обикновено се закрепват подпорите на издадените елементи и еркери. Те оформят и отворите на вратите и прозорците.



фигура 48 Видими дървени пояси (кушащи или сантрачи), в каменна зидария, обшити отвън с дъсчени первази. (ляво) и скрити дървени пояси от къщата на х. Иванчоолу от 1854 в Пловдив, сега разрушена. (дясно). [6]

Каменната зидария има слаба устойчивост на земетръс. Това важи особено за зидариите от камъни с неправилна форма (речни, ломени и многоъгълни). Използването на пояси от бетон, тухла или дърво е задължително. Качеството на превръзките и обработване на фугите в зидарията е от първостепенна важност. При реконструкция на стари съществуващи сгради да се потърси помощ от специалист за противоземетръсно укрепване.





Фигура 49 Сантрачи



Фигура 51 Каменна къща в с. Арбанаси, Великотърновско



Фигура 50 Каменна къща от с. Горно Луково, Ивайловградско



Фигура 52 Каменна кула в с. Леденик, Великотърновско.

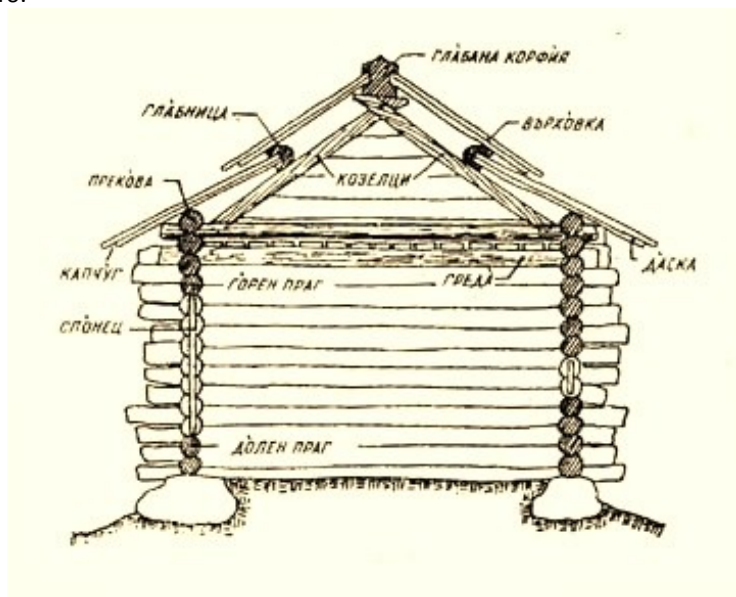


### 3. СЕНИ ОТ ДЪРВО

#### БЛОКОВ ГРАДЕЖ.

Родопската дървена къща (така нареченият блоков градеж), направена от цели борови трупи (понякога необелени) и покрита с дъски, се среща в девинските, доспатските и чепинските села. При изграждане на стените гредите се поставят хоризонтално една над друга, като в краищата се преплитат и врязват в гредите на другата стена - "вкретени". Следи от тази конструкция намираме при направата на "потона" в къщите на Банско, Разлог, Якоруда и Велинград. Своеобразна и оригинална е покривната конструкция на къщите от село Бабяк.

Тя е много лека, без подпори (без "поп") и е пригодена за покриване с дъски. Най-горната хоризонтална греда, билото, наричат "корфия" - дебела и дълга греда, издялана в петостенна форма, която с едната стена лежи върху "козелците" (носещите греди), които образуват наклона на покрива. От двете страни на кофрията има по един жлеб - "глаб", в който влиза горният ред покривни дъски - "цапени даски". От двете страни на покрива по цялата дължина, напреко върху средата на "козлеците" лежи по една греда - "глабница", в която влиза долният ред покривни дъски. По-големите покриви имат по две или три "глабници" на всяка страна, тъй като са покрити с три или четири реда покривни дъски. [12] "Цапените даски" се цепят на ръка с брадва, след което се одялват с тесла само в едната посока, за да се затворят цевите на дървото.



Фигура 53 Конструкция на дървена къща от цели борови греди, село Бабяк, Разложко (по Г. Данчов) [12]

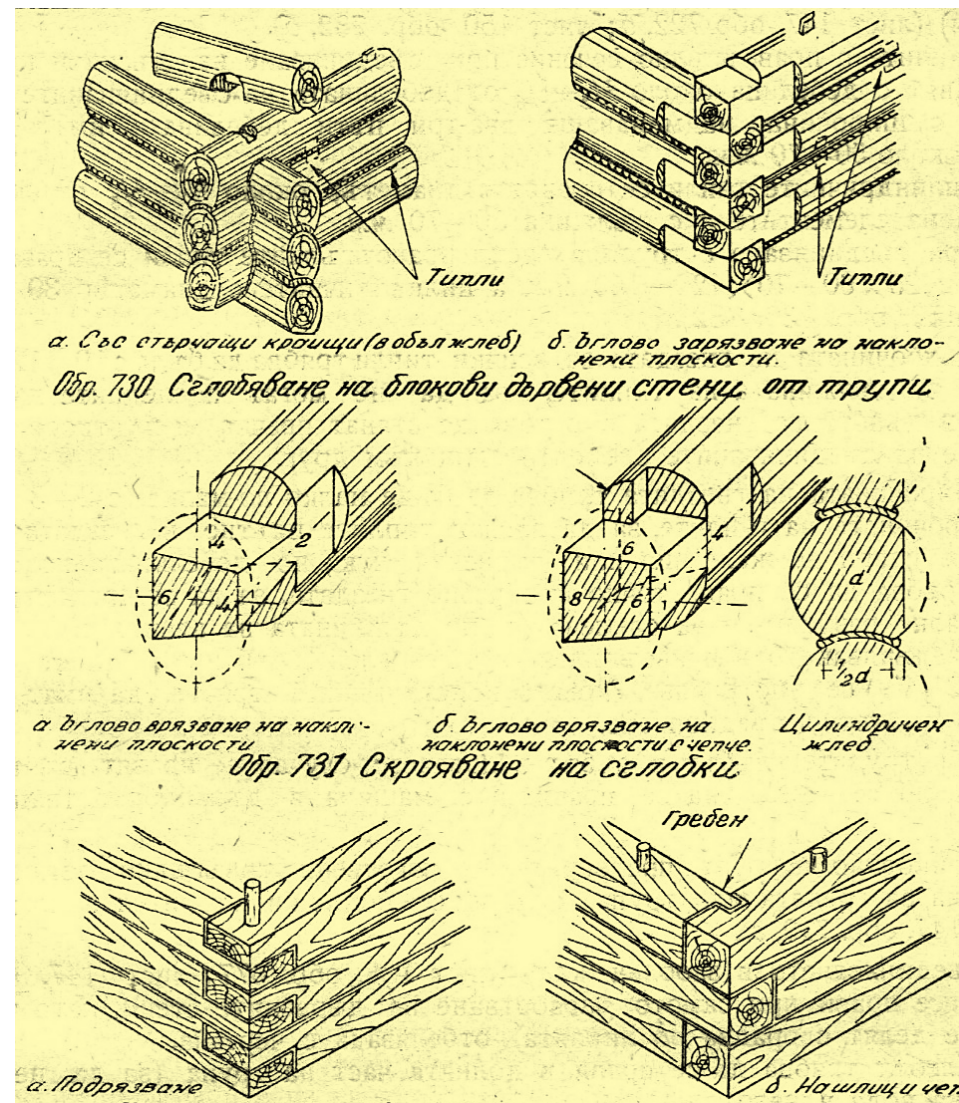
## НАПРАВА НА СЕНИ ОТ ХОРИЗОНТАЛНИ ТРУПИ

Използват се дървени трупи с диаметър от 16 до 30 см. Избират се прави трупи без голяма разлика в диаметъра на върха и в долната част, здрави, сухи и по възможност без голям брой чепове. Трупите в стената се слагат на редове наречени **венци**. Първият долен венец се нарича **основен**. За него се избират най-добрите трупи с по-голям диаметър.

В два съседни по височина венца трупите се слагат с дебелите краища в противоположни страни и се съединяват помежду си със заоблен жлеб. За да се избегнат странични измествания, трупите се съединяват с вкопани типли, дебели 25 мм, широки 60-70 мм и дълги 120-150 мм, поставяни не по-далече от 2 м една от друга в шахматен ред по площта на стената, а по страните на отворите за прозорци и врати една над друга на разстояние 15 см от отвора. Дълбочината на гнездата на типлите се определя с 2-3 см по-голяма от дължината на типлите с оглед на слягането и съсъхването на трупите. В жлебовете на венците се подлагат кълчища или мъх. След направата на покрива жлебовете се запушват допълнително отвсякъде.

При нужда в основния и горен венец трупите се съединяват с право или косо присядане, а в останалите венци в право плоско присядане с вертикален чеп. Местата на съединението се разместват за да не съвпадат едно над друго.

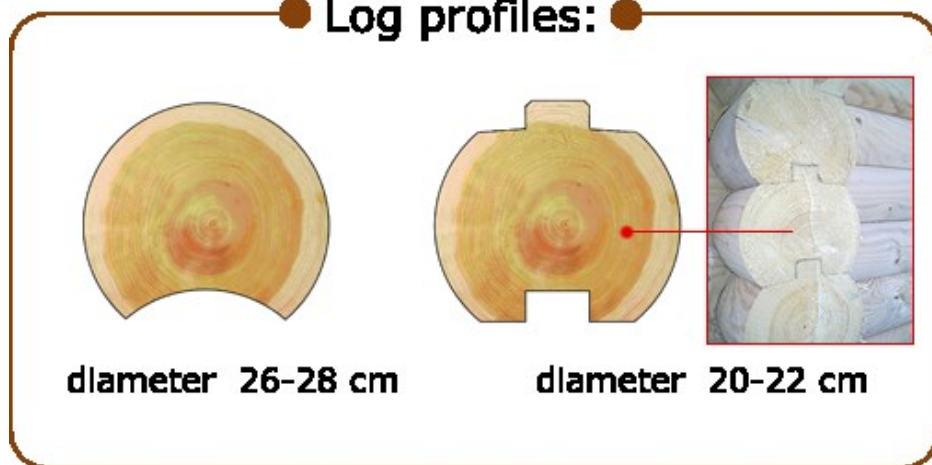
Връзката в ъглите на блокови дървени стени може да завършва със стърчащи краища или гладко (фигура 53) [10]. При ивични основи долната страна на основния венец се одялва и по него се подлага хидроизолация. В миналото са използвани брезови кори.



Фигура 54 Блокови дървени стени от трупи и греди.



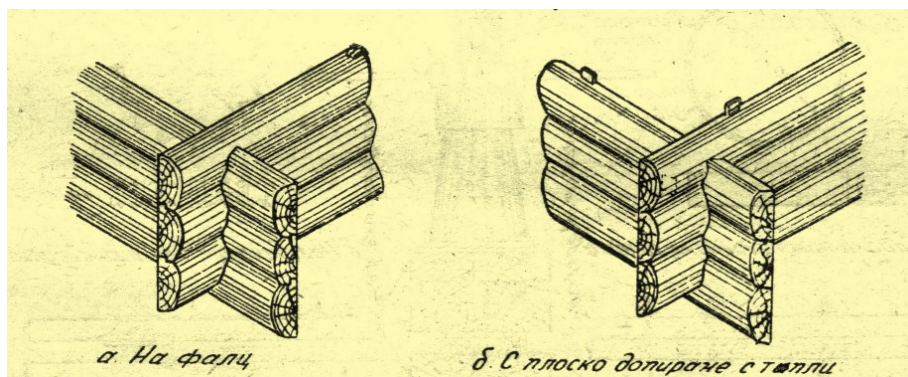
## ● Log profiles: ●



Фигура 55 Съвременни обли [Фински профили](#)

## НАПРАВА НА СТЕНИ ОТ ПОЛУОБЪЛ МАТЕРИАЛ

Полуоблият материал се обръща с избичената страна навътре, защото кръглата външна повърхност по-добре противостои на атмосферните влияния. [10]



Фигура 56 Блокови стени от полуобъл материал.



Това видео е историята на Dick Proenneke, който строи конструкция от блоков градеж само с ръчни инструменти по стара традиционна практика.

## НАПРАВА НА БЛОКОВИ СТЕНИ ОТ ГРЕДИ

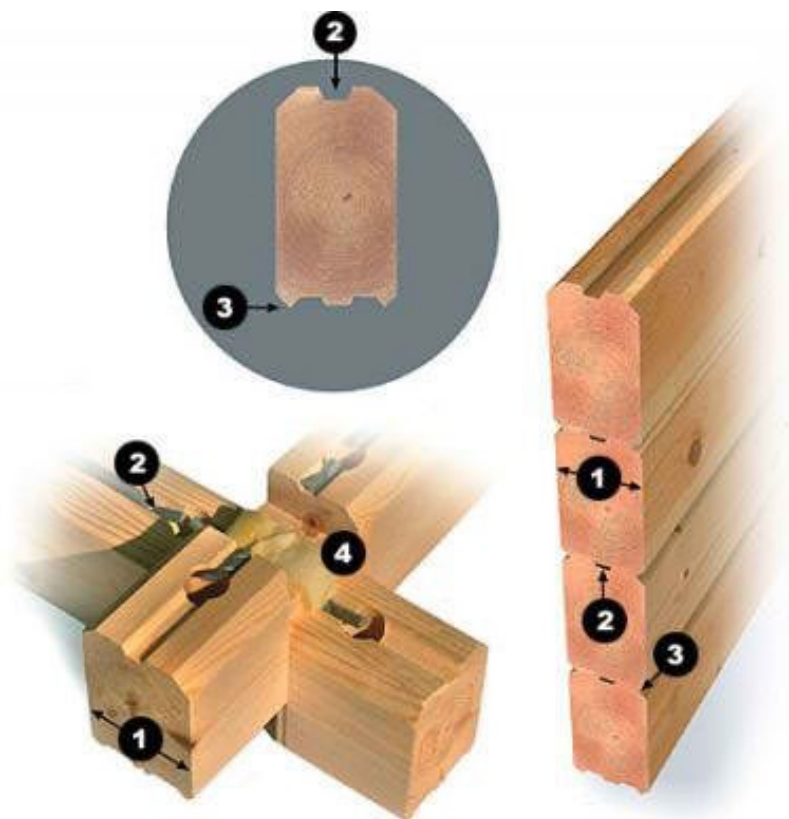
Блоковите стени от греди се правят без стърчащи краища, като за ъгловите и средностенните съединения се употребяват по-прости сглобки отколкото при кръглите трупи. Съединяването между венците се прави с цилиндрични вкопани типли с диаметър 30 мм.



Фигура 57 Блокови стени от греди.

В стени, направени от греди или полуобъл материал, отворите се обрамчват с греди, които се наричат **страницы**. За съединяването на венците в страниците се правят дълбоки а в краищата на гредите се оставят зъбци. [10]

При съвременните блокови стени от греди се използват специални профили с един или няколко жлеба. В ъглите се монтират вертикални шпилки с дължина равна на височината на стената. При слягане гайките се натягат и уплътняват венците.



Фигура 58 Съвременни блокови стени [Log House Technical Data](#)

**ВАЖНО!** Дървените блокови стени дават значително слягане (до 1/20 от височината на стената) вследствие на съсъхване на дървесината и уплътняване на жлебовете. За да се избегне нарушаване на якостта на стената над отворите (врати и прозорци) се оставят празнини, които се запълват с меки междинни накладки. [10]  
Блоковите стени могат да бъдат измазвани с глинена мазилка или хоросан.



Фигура 59 Измазани блокови стени на къща от началото на XIX век. Музей на селото в Букурещ, Румъния.



Фигура 60 Тънко измазани с глина блокови стени на къща от Буковина, XVIII век. Музей на селото в Букурещ, Румъния.



### ТАЛПЕН ГРАДЕЖ.

Къщите с дървено-дъсчен (наричан още талпен) блоков градеж са разпространени предимно в Стара планина, Средна гора и Странджа.

Етажът е изграден с талпена конструкция, сглобена "на венец". Този вид сглобка е характерна за средновековното строителство. Според Н. Колев, това е стара славянска традиция, съществувала до края на XVII век (Българска етнология, стр. 155). Според арх. Ст. Стамов само в две от най-старите къщи на Жеравна се среща като изключение познатият в средновековното строителство начин на сглобяване "на венец" (Архитектурата на Жеравна, стр. 46).



Фигура 61 Талпена къща. [Музей „Астра“ в Сибиу, Румъния.](#)



Фигура 62 Вход на църква с талпен градеж. [Музей „Астра“ в Сибиу, Румъния](#)



Фигура 63 Талпена къща в Арбанаси. Стените са измазани отвън и отвътре с глинена мазилка, закрепена върху диагонално наковани летви.



Фигура 64 Стени с големи талпи. [Музей „Астра“ в Сибиу, Румъния.](#)



### ТАЛПЕНО-СТЪЛБОВ (СПОНЦОВ) ГРАДЕЖ.

Талпено-стълбовата система е характерна за районите със широколистни гори-Източна и части от Средна Стара планина, Котел, Жеравна, Елена, Средна гора, Странджа, Родопите. Тази система е вече скелетна с колони, наричани „спонци“ (в Средна гора – „кенове“). Между спонците се нанизват талпи с различна дебелина и ширина. Стълбовете се свързват отгоре и отдолу с хоризонтални греди, свързани с подовата конструкция. Вероятно около втората четвърт на XVIII в. талпено-стълбовата система окончателно измества блоковата. [4]

В началото на периода талпите са с дебелина 8-10 см и ширина 20-25 см. Има редки случаи в които ширината достига до 70 см. Впоследствие размерите намаляват. При жилищните сгради обикновено талпите се измазват отвътре върху диагонално наковани летви. В редки случаи стените са измазвани и отвън. Понякога върху хоризонталните фуги на талпите са наковавани летви, наричани „шишета“.



Фигура 65 Къща с талпено-стълбова система в гр. Елена.



Фигура 66 Къща с талпено-стълбова система в с. Бръшлян, Странджа.



Фигура 67 Къща с талпено-стълбова система в гр. Елена.



#### 4. СТЕНИ ОТ КИРПИЧ И ПРЕСОВАНИ БЛОКОВЕ

Строителството на къщи с носещи зидове от кирпич се среща почти навсякъде у нас. Най-разпространено е в Добруджа, Дунавската равнина, Подбалканските полета, Източните Родопи и др. Не е много известен фактът, че в някои райони има много добре запазени кирпичени къщи, при които основните носещи зидове с дебелина около 50 см са направени от непечени тухли (смес от пясъчна глина и смяна слама). Около Казанлък и Карлово такива къщи се строят до преди 50 години. Отвън те са измазани с хоросан и на практика не могат да бъдат различени от останалото масивно строителство.



фигура 68 Къща в с. Софрониево до Козлодуй



фигура 69 В село Тъжа, Казанлъшко, например, такива “нови” кирпичени къщи изглеждат в по-добро състояние и показват по-добри топлоизолационни качества от масивните си съседи, изградени от бетон и тухли.





фигура 70 Кирпичена къща в с. Долно Луково.



Фигура 71 Макар и рядко, кирпичената къща достига до три етажа. В района на Ивайловград, в селата Одринци, Мандрица и Долно Луково, този тип къща се оказва най-добра за местния поминък – бубарството. Дебелите кирпичени стени осигуряват оптимален микроклимат за копринените буби. За укрепване им се използват кушаци, както при каменна зидария. Снимка [icho](#)

## КИРПИЧ

“Кирпич” наричаме непечени тухли от глинеста почва, ръчно формовани в калъпи. Размерите най-често са като на печените тухли.

Кирпич с големи размери (20/40/15) наричан “**чамур**” е използван по поречието на река Дунав. С чамур все още се строи в някои села на Молдова и Украйна.



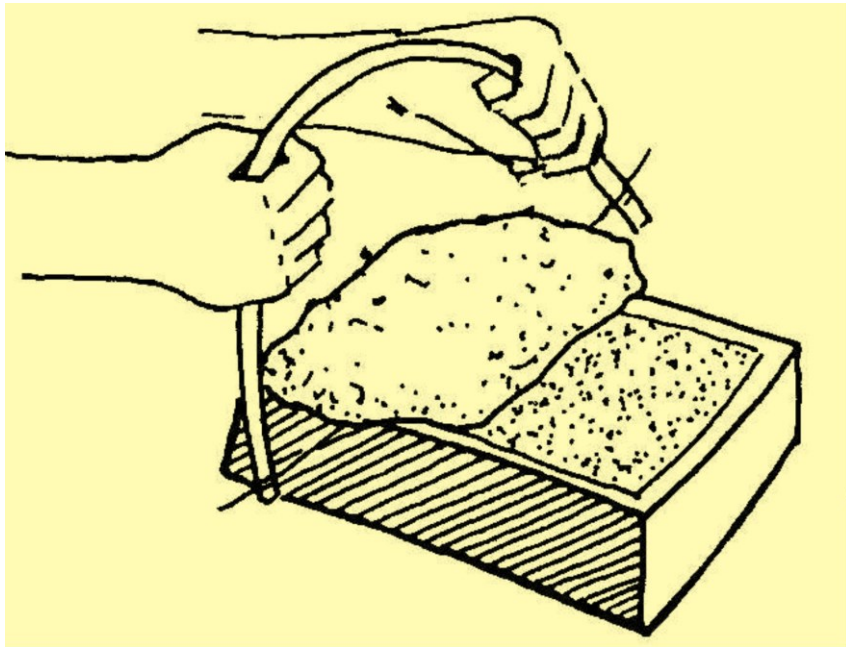
фигура 72 Останки от стена, изградена с "чамур", с. Йовково, Добруджа.(сн. Е. Минчева)

Калъпите обикновено са дървени, за една или няколко тухли. Съществуват различни форми. Освен най-често използваната правоъгълна форма се срещат и трапецовидни тухли за пещи и арки, със заоблен ъгъл за оформяне на ъглите на зидарията, тухли с отвори за преминаване на инсталации или укрепваща арматура.



Съществуват два основни начина за формоване.

При първия се използва калъп с дъно, който се пълни на работна маса, след което се занася и обръща на мястото за съхнене.

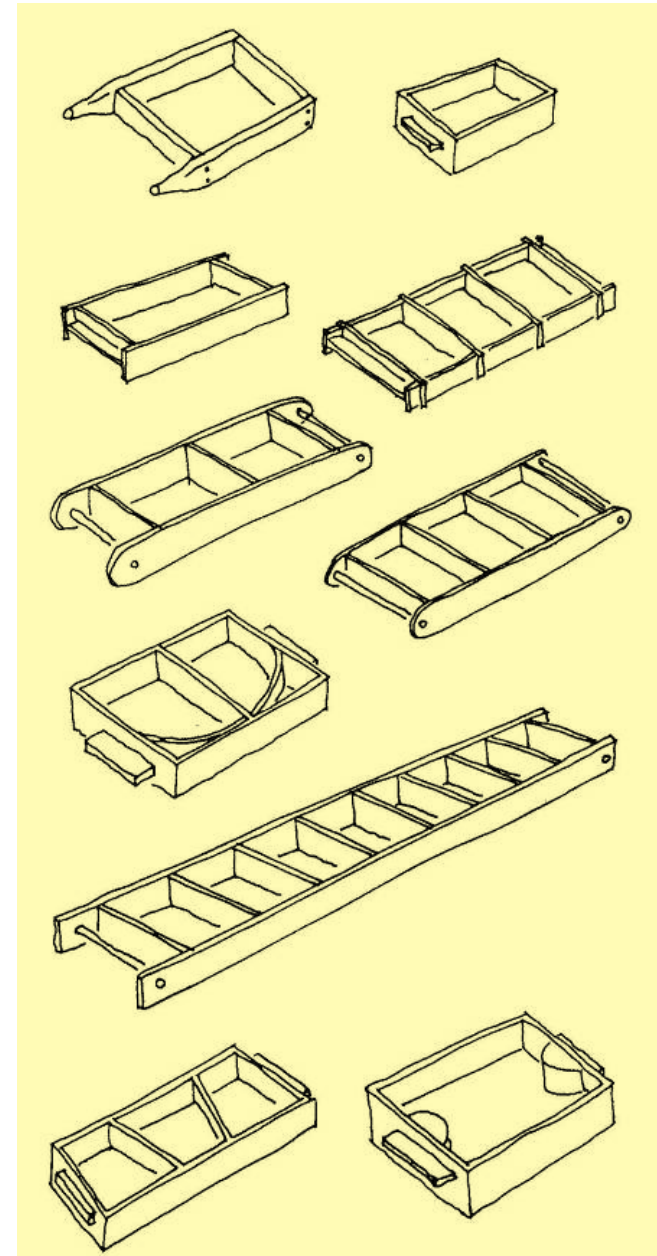


фигура 73 Дървен калъп с дъно. [7]



С такъв калъп може да се работи и направо на земята. На видеоклипа четирима работници произвеждат 900 тухли за час.

Във втория случай калъпи без дъно се пълнят на земята (предварително застлана с пясък и слама), след което се повдигат веднага. Недостатък на тази техника е необходимостта от използване на много влажна смес, която да позволи на калъпът да се приплезне нагоре. Свиването на тухлите при съхнене е голямо и може понякога да доведе до напукване и деформация.



фигура 74 Дървени калъпи. [7]



фигура 75 Работа с единичен калъп без дъно. [7]

Ако калъпите де вдигнат на следващия ден, може да се използва по-пластична смес и да се получи кирпич с по- правилна форма и ръбове.

Според Хасан Фатхи производителността на екип от четирима човека (двама работят с калъпи и двама забъркват и доставят сместа) достига до 3000 броя за един ден (размер 23/12/7 см). Към 1 куб.м. земя се добавя 20.4 кг слама (около 3 бали) и сместа се накисва 48 часа за да ферментира. При ферментацията се отделя млечна киселина, която прави тухлите по-здрави, намалява абсорбцията на вода и подобрява хомогенността. Три дни след формоването, тухлите се обръщат на едната си страна и след още шест дни се събират на купчини. Там те остават възможно най-дълго (за предпочитане през цялото лято) за да изсъхнат напълно преди да се използват в строителството. [13]

Според Джон Норт количеството добавена слама зависи от съдържанието на глина в почвата. Той препоръчва 5 кг слама на 1 м<sup>3</sup> почва когато съдържанието на пясък е под 50% и 15 кг/м<sup>3</sup> при пясък под 30%. [8] Теглото на една бала слама е средно около 8-9 кг.

Кирпич се произвежда и индустриално (фиг. 74) . Най-голямата фабрика в Ню Мексико, САЩ, произвежда на ден по 24 000 блока, достатъчни за построяването на 4 къщи. В зависимост от формата и начина на стабилизиране, цената на един брой е от \$1,0 до \$1,50.



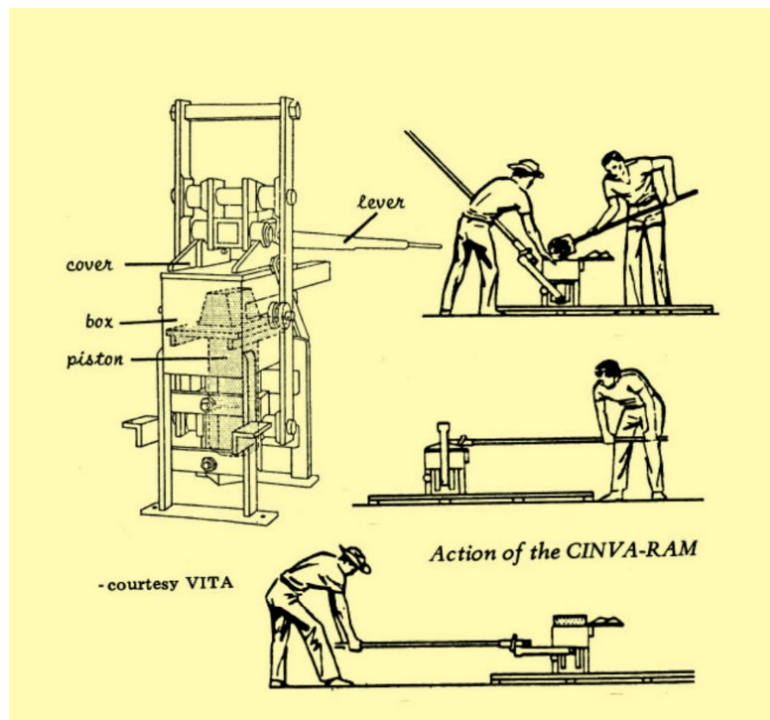
фигура 76 Фабрика за кирпич в Ню Мексико, САЩ.

#### ПРЕСОВАНИ ЗЕМНИ БЛОКОВЕ

Пресованите блокове се произвеждат с ръчни или механизирани преси. Формоването под налягане позволява използване на глинеста смес с по-малка влажност (15%), което води до бързо съхнене и по-малко свиване. Калъпите са метални и се постига идеално правилна форма и гладки повърхности.

Направата на пресовани земни блокове е описана за пръв път във Франция от Франсоа Коантро в края на XVIII век. Блоковете са правени чрез трамбоване във калъпи. През следващите сто години развитието им не е съществено, въпреки документирането на различни машини в Европа. През 1904 г. белгийската фирма [Tersta-ram](#) представя своя **машина за ръчно пресоване на земни блокове**. Една от най-ранните машини, LA MADELON, все още се произвеждат в Белгия, макар и с няколко модификации и под различни имена. Всички тези машини са сравнително големи, тежки и скъпи, така че тяхното използване е ограничено. В търсене на по-лека и евтина преса чилийският инженер, Раул Рамирес, разработена такава машина през 1956 г. Под името CINVA Ram тази преса става най-използваната в света. У нас тези преси не са новост. В Северна България ръчни преси за тухли предшестват CINVA Ram и са използвани до края на 60те години на XX век. Обикновено тези преси са се ползвали на кооперативен принцип ( фигура 77).





фигура 77 Най-популярната в света преса CINVA Ram,



Фигура 78 Правене на тухли в с. Слатина, Ловешко. 1953 г.

Снимка Николов – Архив на Институт по етнография и фолклор – БАН

Основният недостатък на ръчната преса е ниската производителност от 40 до 150 блока на час, като на ден могат да се произведат до 150 блока за човек. Обикновено екипът се състои от 3 до 5 човека. Тази производителност е 3-5 пъти по-ниска от направата на кирпич с обикновени дървени калъпи. Налягането за уплътняване е от порядъка на  $0,5$  до  $2,5 \text{ N / mm}^2$  и не е достатъчно за получаване на здрави блокове от бедни почви.



[Работа с белгийска преса](#) [Terstaram](#)

**Механичните преси** имат производителност средно между 200 и 1500 блока на час. Имат високо налягане за уплътняване (между  $4$  и  $24 \text{ N / mm}^2$ ) и произвеждат качествени блокове с висока якост и правилни здрави ръбове.

Съществуват и големи преси с висока производителност до 2000 блока на час.



фигура 79 Механична преса за глинени блокове.

При процеса на съхнене, който продължава до 2 седмици, кирпичът и пресованите блокове се подреждат странично и се предпазват от слънце и дъжд. Кирпицът се обръща странично на втория ден и ако е необходимо, страната на която е лежал се почиства със шпакла от полепнал пясък.

#### СТЕНИ ОТ КИРПИЧ И ПРЕСОВАНИ ЗЕМНИ БЛОКОВЕ

Кирпицът и пресованите глинени блокове показват еднакви якостни показатели. Разликата е във формата и времето за съхнене. Пресованите глинени блокове съхнат по-бързо и имат по-правилна форма.

Зидането се извършва с разтвор от същия материал. Най-често се прилагат тухлените превръзки, използвани при зидарии с печени тухли. Преди полагане в зида тухлите се мокрят чрез краткотрайно потапяне във вода.

Когато зидарията е видима едновременно с изграждането на стените се изпълнява електрическата инсталация (фиг.79 Тогава е необходим точен проект за местоположението на всеки един от елементите на инсталацията.



фигура 80 Полагане на електрическа инсталация по време на зидане.

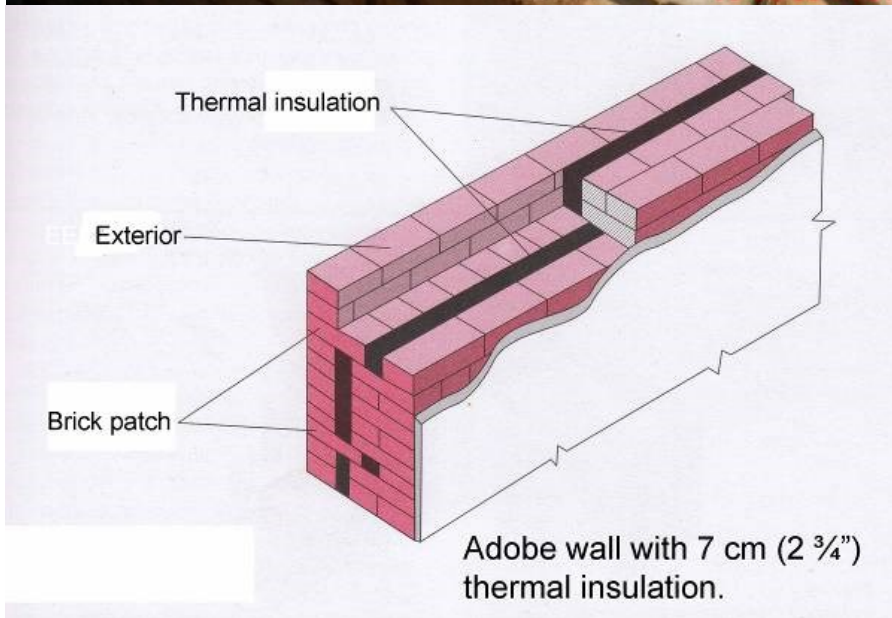


Фигура 81 Зидане на стена от кирпич в Ню Мексико, САЩ.



[Антисейсмично укрепване с бамбукови пъти на стени от кирпич.](#)





фигура 82 За подобряване на топлоизолационните характеристики на зида, може да се остави кухина, запълнена с перлит или друг изолационен материал.

## 5. ПАЯНТОВИ СЕНИ С ПЪЛНЕЖ

Паянтовият градеж е съставна конструкция, образувана от три елемента – дървен скелет, пълнеж и мазилка. Той се оказал достатъчно здрав и устойчив на атмосферните влияния и чести земетръси. Достъпните материали давали възможност за бърз и сравнително евтин строеж. Поради това, че паянтовият градеж е лек, той се оказал извънредно подходящ за направа на издатини, еркери, балкони, стрехи, висящи конструкции и др. Благодарение на тези си качества и преимущества паянтова къща добива широко разпространение на Балканите, които тогава са твърде богати с гори.

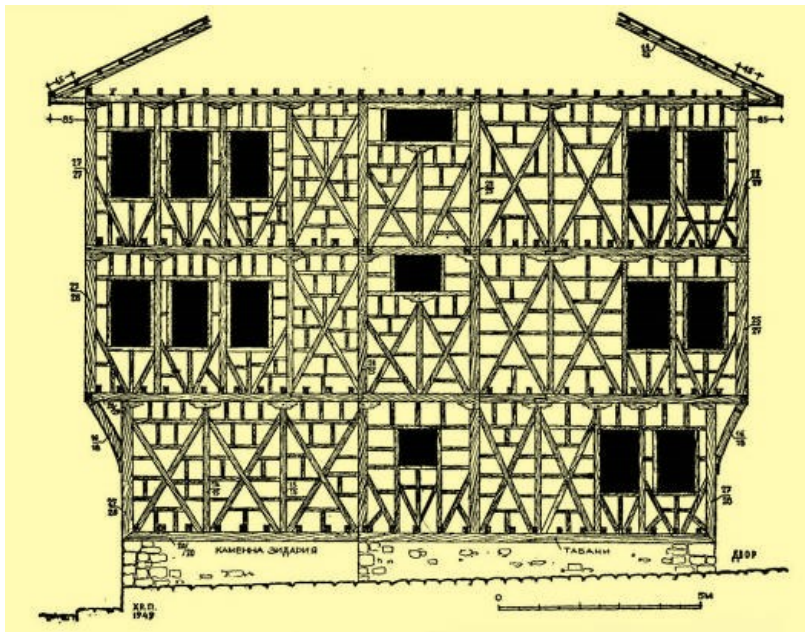
Старите майстори владеели паянтовиия градеж и го прилагали навсякъде с вещина и сръчност. Те имали универсална квалификация, за разлика от съвременните строители. Всеки майстор е владееел както зидането и мазането, така дърводелството и каменоделството.

**Дървеният скелет** образува гръбнака на паянтовата стена и се сглобява по определен шаблон. Състои се от два вида греди: главни (носеци) и второстепенни (разпределителни). Главните греди са конструктивни. Те имат носеща функция и се състоят от хоризонтални греди (*табани*), вертикални греди (*стойки*, *диреци*, *мертеци*) и наклонени греди (*паянти*). Вертикалните греди са поставяни нагъсто (през 60 – 70 см), а при отворите за прозорци и врати на по-голямо разстояние (1,00 – 1,10 м). Хоризонталните греди носят подовия гредоред и имат по-големи размери. Наклонените греди се поставят най-често в крайните полета на скелета и имат за задача да поемат хоризонталните сили. Второстепенните греди имат само разпределителна функция и служат за по-здраво залавяне на пълнежа (кирпич, тухла или камък), поради което са със значително по-малки размери. Те се поставят в различни посоки и на различна гъстота: за тухли и кирпич – по-нарядко, за каменен пълнеж – по-нагъсто. Когато пълнежът е от плет, второстепенните греди липсват. [6]

Някъде табаните се правят от двойка греди, свързани с напречници. На външната греда стъпва скелетът, а на вътрешната – гредоредът на сградата. [4]

Паянтовата конструкция позволява направа на повече и по-големи отвори. Традиционно на Балканите паянтовите стени са измазвани както отвън, така и отвътре, докато в останалата част на Европа най-често дървеният скелет остава видим и участва в архитектурното оформление на фасадата.





Фигура 83 Дървен скелет на източната фасада от къщата на Д. Георгиади (1846 г.) в Пловдив (по арх. Хр. Пеев). [6]



Фигура 84 Къща с паянтов градеж, Копливщица.



Фигура 85 Конструкция с изявен на фасадата дървен скелет. Дворец Пелишор, Синая, Румъния.

Дървено-паянтовия градеж има и известни недостатъци. Те се дължат преди всичко на материала (дървото), както и на изпълнението на дървения скелет. Дървото като строителен материал има специфични дефекти, които не могат да бъдат предвидени и отстранени. Докато в общата композиция на сградите, в декоративните детайли и резбарската украса възрожденските майстори достигнали голямо съвършенство и създали прекрасни образци, то по отношение на конструкцията, и особено при оразмеряването и сглобяването на дървените елементи, те проявявали в някои случаи наивност. Често сглобявали дървените греди без да образуват статически носещи възли, обикновено без врязване или издълбаване. Най-често само допирали и приковавали гредите. [6]

Свързването на съставните елементи на дървения скелет може да стане с метални планки или сглобки. Направата на сглобки е за предпочитане, макар че е трудоемък процес, за който са необходими специални познания и умения. Сглобките се изпълняват с ръчни инструменти и могат да се направят в домашни условия.

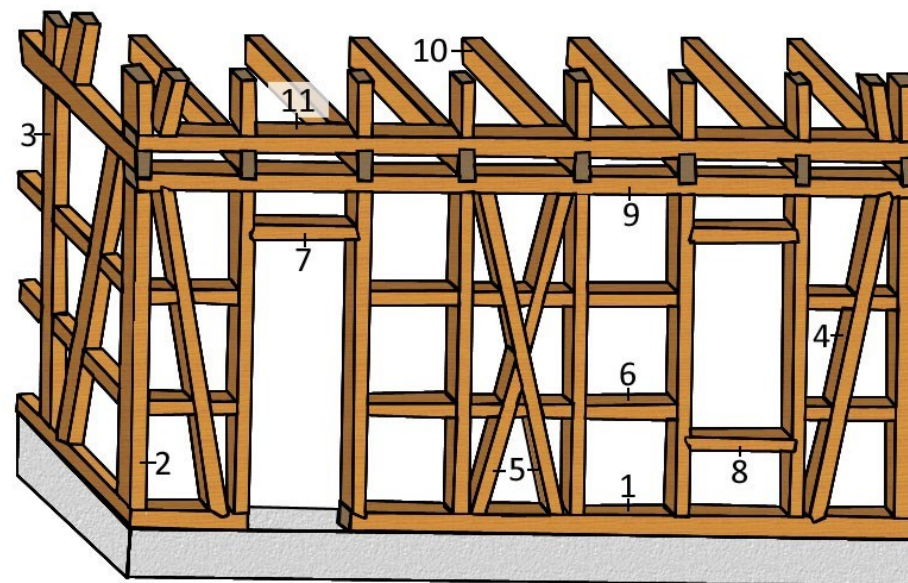


Направа на сглобки в домашни условия и монтаж на паянтова конструкция в Германия.





Фигура 86 Сглобки на паянтова конструкция.



Фигура 87 Съставни елементи на паянтова конструкция: 1) прагова греда, табан. 2) ъглова стойка, 3) стойка, стълб, 4) и 5) паянта, маказ, 6) разпънка, 7) щурц, 8) подпрозоречен праг, 9) рамка, рамкова греда, 10) подов гредоред, 11) прагова греда на втори етаж. [bauredakteur](http://bauredakteur)



Хилядолетната японска традиция на изумителни дървени сглобки!!!

Днес в някои страни конструкцията се произвежда и прогонва в заводски условия. Сглобяването на отделните стени може да стане както в цеха, така и на мястото на строителство. Механизираният монтаж на сглобените елементи се извършва с кран. В Германия са особено ценени нови къщи, за направата на които е използван дървен материал от стари сгради.



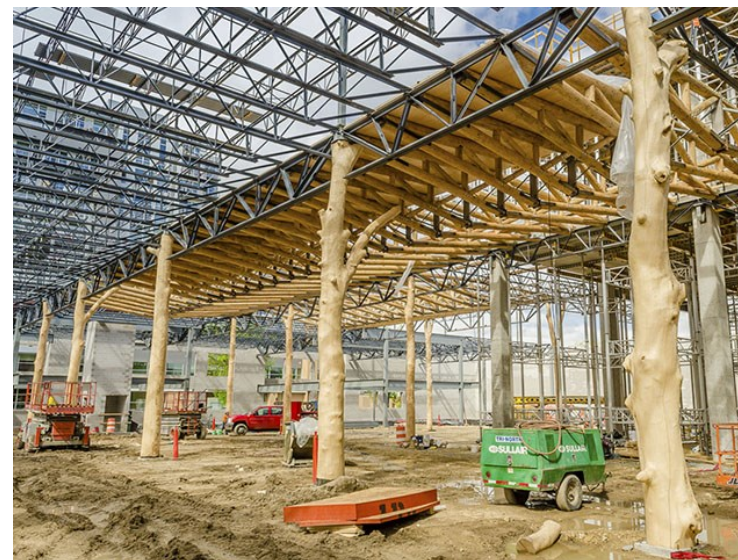


Фигура 88 Монтаж с кран на предварително сглобена паянтова стена.

В така нареченото „зелено строителство“ се търсят възможности за оползотворяване на дървен материал с малък диаметър (ритловици, валки), които се добива при санитарното прочистване на иглолистните гори. Практически това е отпадък за който не се изсича гора. Ритловиците се приемат за нискокачествен материал и имат ограничена употреба в строителството. Вече има добри практики, които показват нови възможности за изграждане на съвременни екологични конструкции. Дърветата се обелват веднага след отсичането, докато кората е мокра и се отделя лесно. Възможно е тяхното влагане в конструкцията без да се изчаква изсъхване на материала. Поради кръглата форма, направата на сглобки е по-трудно, но възможно. [Ben Law](#) е един от пионерите на този вид конструкции.



[Ben Law](#) представя строителство с кръгла дървесина (ритловици).



Фигура 89 Използване на кръгла дървесина (рециклиране на дървета, загинали от насекоми) в строителството на магазин за хранителни стоки в Медисън, САЩ. [isthmus](#)



Фигура 90 Покриване на подпорно разстояние от около 6 м с конструкция от ритловици. Екоцентър в Англия.





Фигура 91 Детски екостанционар „Бели брези“ в природен парк Витоша.

#### ВИДОВЕ ПЪЛНЕЖИ ЗА ПАЯНТОВАТА КОНСТРУКЦИЯ:

Пълнежът няма носещо конструктивно значение. Според проф. Т. Златев паянтовият пълнеж “се развива в три вариации: “плетарка”, когато полетата между гредите се изпълват с плет и омазват от двете страни с глина, размесена със слама; “долма”, когато тия полета вместо с плет се изпълват с глинени кирпичи; и “баскии”, когато скелетът на сградата се обкове от двете страни с дървени пръти, след което се измазва с глина и плява.” Освен посочените, намираме и други видове, като печени тухли или камъни.

#### ПЛЕТАРКА, УПЛЕТ, ПЛЕТАК, ЧАТМЕН (В ЮГОЗАПАДНА БЪЛГАРИЯ),

Плетарката е най-старата техника за пълнеж. Изработването и е сравнително бързо и лесно. Използват се неизсъхнали гъвкави клони от върба, леска, бук и др. Вертикалните пръти са с по-голяма дебелина и се фиксират в пробити отвори. Хоризонталните пръти се наплитат отдолу нагоре на разстояние 1-2 см един от друг, като се запъват странично в предварително издълбани жлебове или наковани летви. Запълването на полетата става с пластична смес от глинеста земя и слама с дължина до 20 см. Забъркването и отлежаването на сместа е аналогично с направата на кирпич. Консистенцията на сместа може да се провери, като топка с диаметър 10 см се пусне от 1 м върху равна повърхност. Ако образувалият се диск е с диаметър 13-14 см, сместа е добра. Запълването се извършва от периферията към центъра на полето. Най-добре е да става едновременно от двете страни от двама души. Ако дървената конструкция ще се скрива от мазилката, то пълнежът се прави наравно с повърхността на дървото. Ако дървеният скелет ще остане видим, то пълнежът се изпълнява с 1 см навътре, за да може след това мазилката да се изравни с откритите дървени части. Съхненето отнема 1-2 месеца.



фигура 92 Запълване на плет. Снимка Стефан Шишков.





фигура 93 **ВАЖНО!** При плетенето на хоризонталните пръти е необходимо между тях да се остави разстояние 1-2 см, за да може пълнежът да проникне добре (Снимка Стефан Шишков)



Фигура 94 Ако дървеният скелет ще остане видим, то пълнежът се изпълнява с 1 см навътре, за да може след това мазилката да се изравни с откритите дървени части. Снимка Стефан Шишков

#### “ДОЛМА”

когато полета се изпълват с глинени кирпичи. У нас долмата започва да измества плетарката през втората четвърт на 19ти век. Използвани са тънки кирпичи с дебелина 2,5-3,5 см , дължина 22-26 см и ширина 11-15 см. Зидани са на глинен разтвор и рядко на варопясъчен хоросан. [4] Тънките тухли позволяват лесно чупене на необходимата дължина и подреждане под наклон при триъгълни полета. Използват се и кирпичи със стандартен размер, които се зидат като обикновен зид на  $\frac{1}{2}$  тухла. Предимство на този вид пълнеж е че не е необходимо време за изсъхване и стената може веднага да се измаже.

Когато дървената конструкция и зидарията остават видими, може да се постигне декоративен ефект чрез различни тухлени мотиви.





фигура 95 Пълнеж „долма“ с тънки кирпичи. Къща в Шумен.



Фигура 96 Пълнеж „долма“ със стандартни кирпичи.



фигура 97 Декоративен пълнеж с пресовани глинени блокове.

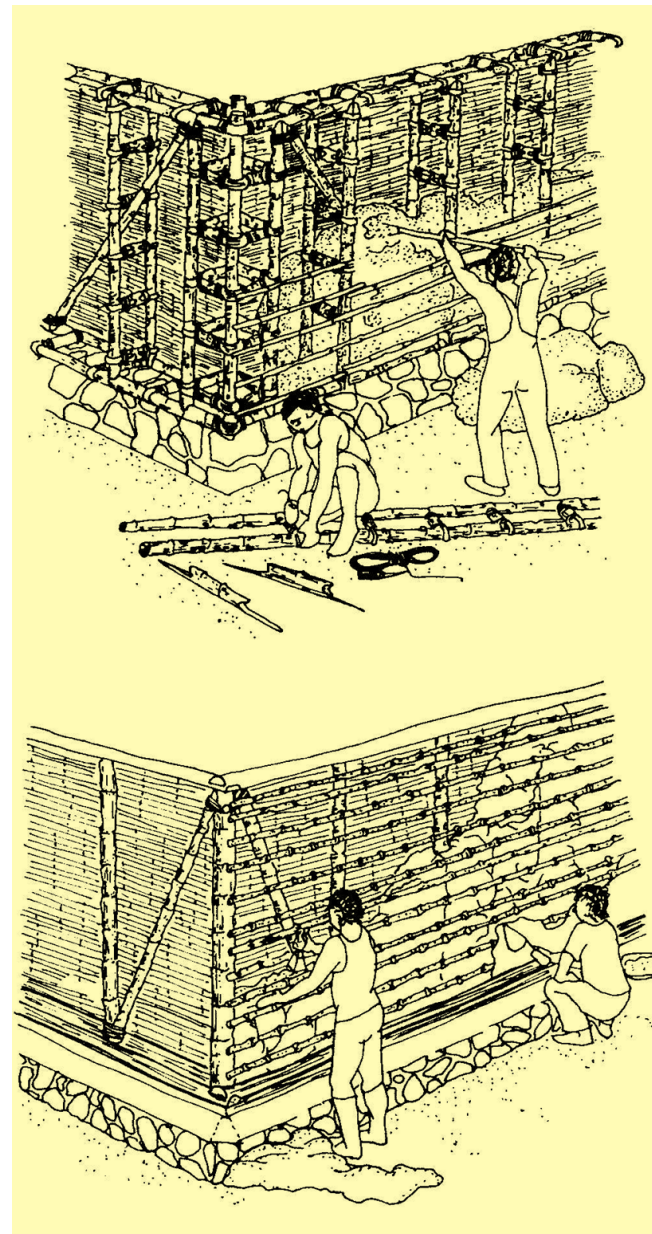


### “БАСКИИ”

, *чит* (в Родопите), когато скелетът на сградата се обкове от двете страни с дървени пръти или летви през определено разстояние. Пространството между летвите се запълва със смес от земя и слама или парчета от счупени керемиди, тухли и камък, залети обилно с глина. Пълненето става отдолу нагоре едновременно с наковаването на външните пръти. Ако след изсъхването на пълнежа поради слягане и свиване се отворят фуги (най-често) под горната греда, те се запълват преди окончателното измазване. Стената се измазва с глина и плява. В някои области на Родопите вместо мазилка се използва хоризонтална или вертикална обшивка с дъски. При Черноморската къща външната страна е накована с дъски или и обшита с тънка ламперия от дъбови цепенки. [4]



фигура 98 Пълнеж „баския“.



фигура 99 Пълнеж с баския от Колумбия. Интерес представлява възможността за направа на дебели стени (горе). [7]



### ПЪЛНЕЖ ОТ КАМЪНИ

Пълнежът от камъни се среща в планински райони, където липсва глинестата почва.



Фигура 100 Пълнеж от камъни, с. Горно Луково, Ивайловградско.



Фигура 101 Пълнеж от камъни, с. Яврово, снимка Ст. Шишков

### ТУХЛЕНА ОБЛИЦОВКА ВЪРХУ ПАЯНТОВА СЕНА

Тази техника е използвана от майстор Колю Фичето за оформлението на фасадите на няколко къщи във В. Търново и Преображенския манастир. За облицовката са използвани тънки печени тухли на последователно редуващи се хоризонтални и вертикални редове с изпъкнала fuga. Хоризонталните редове превързват облицовката с пълнежа на стената.



Фигура 102 Тухлена облицовка на паянтова стена, Къщата с маймунката, В. Търново, Майстор Колю Фичето.

### ПЪЛНЕЖ С ЛЕКА ГЛИНЕНА СМЕС ИЛИ ОЛЕКОТЕНА ЗЕМЯ (LIGHT CLAY)

Предимствата на пълнеж с лека глинеста смес са подобряване на топлоизолацията и олекотяване на конструкцията. Чрез добавяне на слама, дървени стърготини или минерални порести и леки агрегати (перлит, керамзит, пемза и др.) може да се получи глинеста смес с обемно тегло под 1200 кг/м<sup>3</sup>. Първоначално сламата се накисва в „мазна“ течна глинеста каша (със съдържание на глина над 30%). Така получената смес се натъпква и уплътнява на слоеве от 10 до 20 см. в пълзящ дървен кофраж, като пълнежът се гради отдолу нагоре. Съхненето е бавно и отнема до два месеца. За да се избегне появата на мухъл в стената е препоръчително пълнежът да се изпълнява в горещо и сухо време. Има световен дебат кой вид слама е най-подходящ. Ечемичната слама е по-мека и се препоръчва за мазилки. За пълнеж е подходяща слама с твърди стъбла, които не се деформират лесно и запазват въздуха в себе си. Използването на слама има някои съществени **недостатъци**: поява на мухъл и



гъбички по времето на съхненето (не бива да се допуска обемно тегло под 600 кг/м<sup>3</sup>); отваряне на фуги между пълнежа и конструкцията; четири пъти по-ниска производителност при изпълнението в сравнение с тухлената зидария (при 30 см дебелина стена е около 6 часа / м<sup>2</sup> или 20 ч / м<sup>3</sup>). [7] . Поради склонност към утаяване могат да се появят неуплътнени части, които трябва да се запълнят допълнително.

Гернот Минке предлага рецепта за приготвяне на смес с обемно тегло 1300 кг/м<sup>3</sup> и коефициент на топлопроводимост 0.53 W/mK: 10 части слама, 2 части суха глинеста почва и 1 част вода. [6]

Рискът от поява на мухъл и гъбички може да се избегне, ако вместо слама се използват леки неорганични материали, като перлит или керамзит.



Фигура 103 Пълнеж от лека глина. [Къща в с. Караполци.](#)

Според [АСЕМ](#) „Друг метод за прилагане на технологията олекотена земя е т.н. „остатъчен кофраж“. В този тип изпълнение от двете страни на дървената конструкция се заковават летви, които рамкират пълнежа, служат за кофраж и след това остават в равнината на стената. По-трудоемък е като изпълнение, влага се повече дървен материал при изграждането му, но се спестява време за кофриране и декофриране. В следващия етап на измазване играе благоприятна роля за захващане на основния слой мазилка, без да е необходимо полагането на какъвто и да е вид армираща мрежа за запазване структурата и целостта ѝ.“



Фигура 104 Направа на стена от олекотена земя с остатъчен кофраж. [АСЕМ](#)





фигура 105 Пълнежна стена с лека глинеста смес с керамзит между тръстикови рогзки. [7]

### “ЧОРАПИ”

Тази атрактивна техника е разработена от проф. Арх. Г. Минке през 1992 г. Еластични памучни “чорапи” се пълнят с лека минерална глинеста смес. Като правило на ден се полагат 3-5 реда. Преди полагане формите се загладят с ръка, за да може част от сместа да проникне през тъканта и послужи за залепване. След частично изсъхване повърхността може да се обработи с мокра четка. [7]

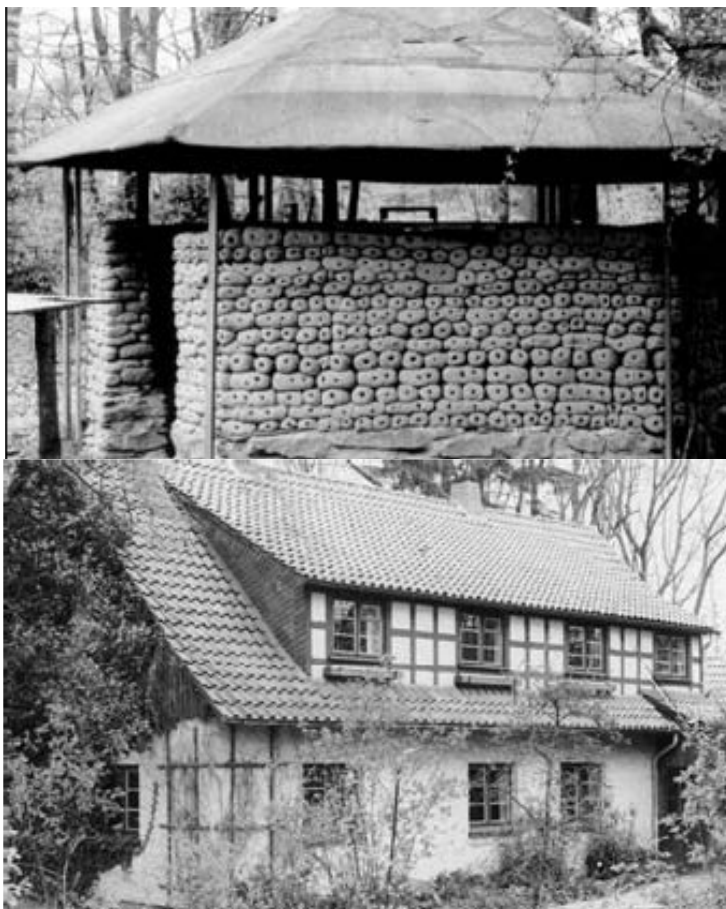


фигура 106 [7]



### ГЛИНЕНИ САМУНИ.

Тази техника е пренесена от Северна Африка в Германия от немския мисионер Густав фон Боделшвинг. За пръв път е приложена в малкия град Дюне, от където идва името и. Мокри самуни от глинеста почва се полагат без свързващ разтвор. За по-добро свързване на мазилката се формоват конични дупки. На ден се полагат 3-5 реда. След изсъхване се нанасят няколко слоя варова мазилка. Между 1925 и 1930 година в Германия са реализирани 300 социални жилища, в строежа на които са участвали целите семейства. [7]



фигура 107 Глинени „самуни“, Германия. [7]

### ВАЛЦИ

У нас тази техника е използвана при направа на картаван за дървен гредоред. В Германия и Франция обаче валци от дълга слама и глинеста почва се прилагани като пълнеж за паянтов градеж. При правоъгълни полета тази техника е по-малко трудоемка в сравнение с плетарката. Валците представляват рула от дълга слама, смесена с глинеста почва и навити около прът или летва. Могат да се направят по два начина. При първият начин дълга слама се полага между две летви, покрива се с кал и се навива около прът. (фигура 109) При втория начин снопче от дълга слама, напоено с кал се навива спираловидно около пръта. Валците се полагат мокри един върху друг и се уплътняват с притискане.



Фигура 108 Направа на валци. [7]



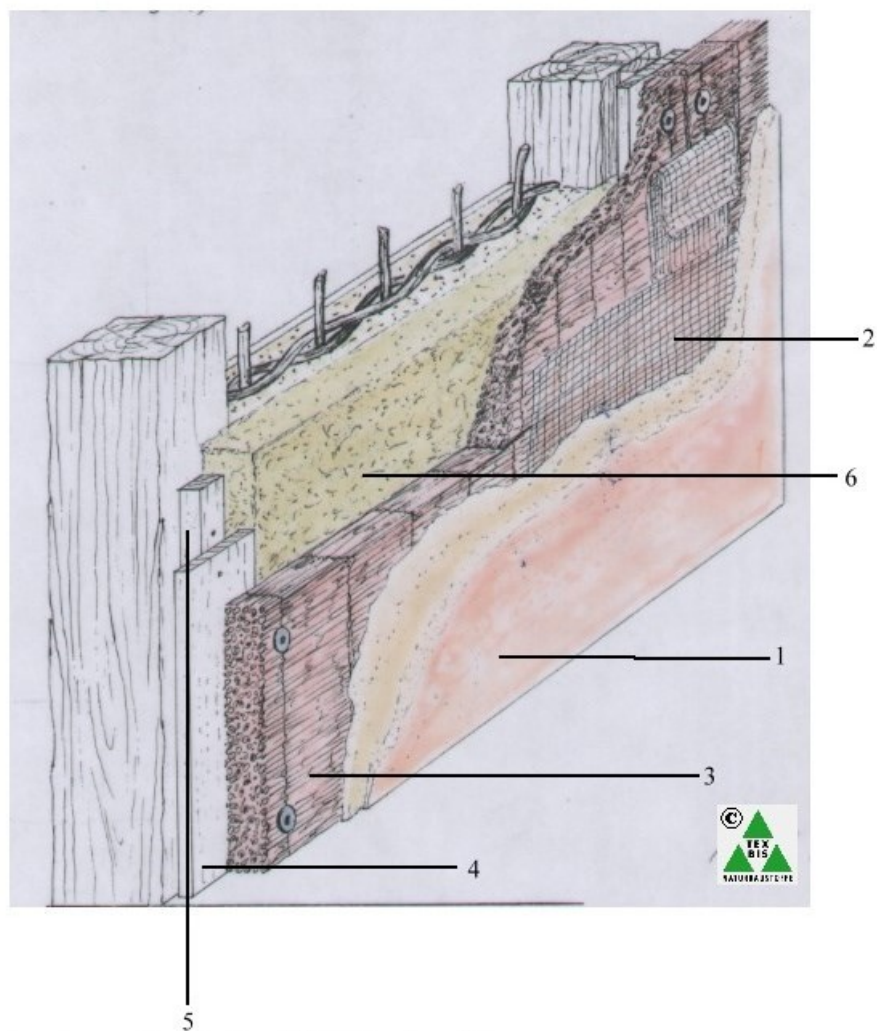


Фигура 110 Стена с пълнеж от валци. Снимка [Ruzica Ivanovic](#)

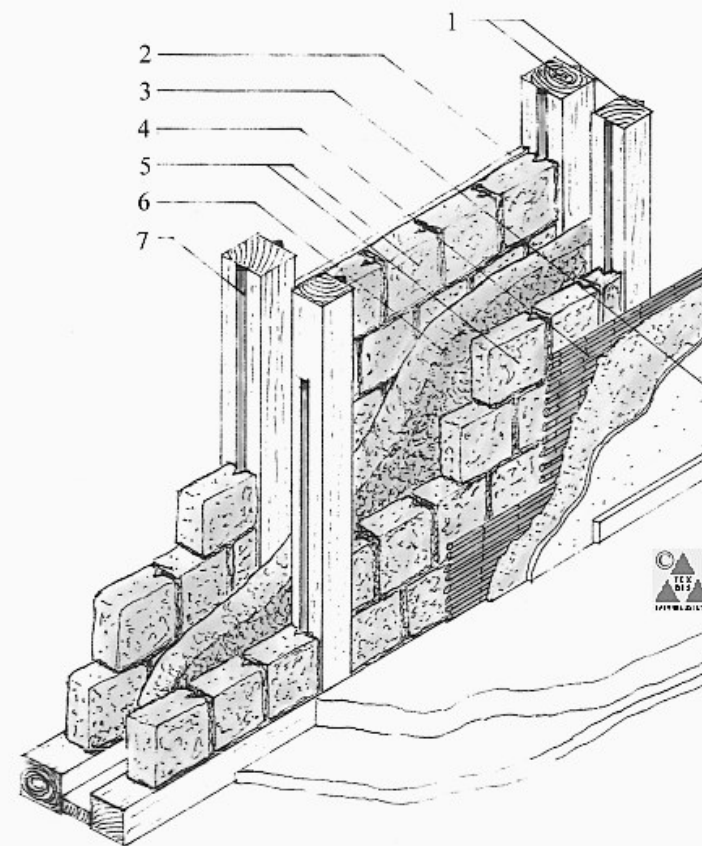


фигура 109 Стена с различни видове пълнеж- плетарка, валци и долма.

Повече от изброените до тук пълнежи са тънки за външни стени и не могат да отговорят на съвременните изисквания за топлотехнически характеристики на сградите. Затова се използват и допълнителни методи за топлоизолация, базирани на естествени строителни материали. Такива са например: кирпичи от лека глина ( $0,21 \Delta W/m$ ), панели от тръстика с дебелина 5-8 см ( $0,056 \Delta W/m$ ), пана от стърго-тини ( $0,048 \Delta W/m$ ) и др. . (виж Приложение 1)



Фигура 111 Детайл на паянтова стена с пълнеж от плет и допълнителна топлоизолация от външната страна. 1) двуслойна глинена мазилка; 2) конопена мрежа; 3) тръстиково пано; 4) Бордова монтажна дъска 160x24 мм; 5) изравняващи летви 60x40 мм; 6) Лека глина или конопена топлоизолация. [texbis](#)



Фигура 112 Детайл на двойна паянтова стена с пълнеж от плет и допълнителна топлоизолация от външната страна (изглед отвътре). 1) дървени стойки 140x120 мм, вътрешните не са носещи; 2) външна мазилка; 3) двупластова вътрешна глинена мазилка; 4) тръстикова рогозка; 5) лек кирпич; 6) Лека глина или конопена топлоизолация; 7) триъгълни летви 24x24 мм. [texbis](#)



### ПЪЛНЕЖ ОТ КЪСИ ДЪРВЕНИ ТРУПИ (CORDWOOD)

Стените от къси дървени трупи навлязоха в екологичното строителство предимно в страни с по-студен климат. В [Швеция има запазени стари къщи](#), построени с различни разновидности на тази техника. В Северна Гърция и Сибир са намерени останки от стари къщи, датирани от X в. сл. н. е.

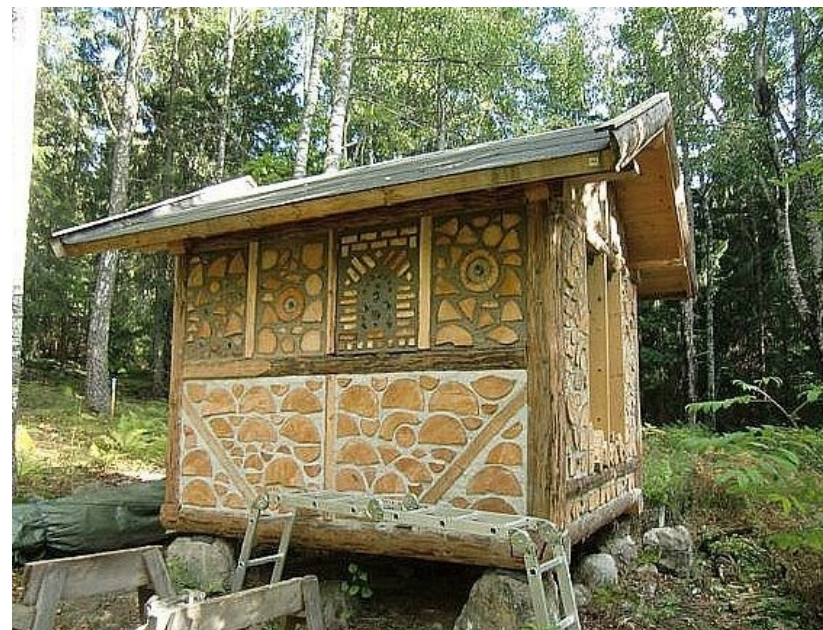
Стените представляват зидария от обелени дървени трупи с дължина, равна на дебелината на стената, свързани със смес от глина и слама или хоросан с добавени дървени стърготини (пясък, вар и на киснати във вода стърготини 3:1:1). Най-често се използва иглолистна дървесина, но подходящи са и ясен, клен и дъб. Дървесината трябва да е суха и от един вид, за да има сходни характеристики на разширяване и свиване. Фугите са хлътнали с 2-3 см. Дървото е обикновено 40-60% от общия обем на стената, а останалата част - разтвор и изолационен пълнеж. При зидането в средната част на фугите може да се добави топлоизолационен слой (например перлит), докато свързващия разтвор се поставя на 5-10 см от външната и вътрешната страна на стената, като се гарантира стабилността на връзката и изолационния материал остава в центъра.

Дебелината на стената в студен климат достига средно 40-60 см, а понякога и 90 см. Дървото е анизотропен материал и коефициентът на топлопроводност зависи от посоката на влакната. Например при широколистна дървесина (бук и дъб) коефициентът на топлопроводност  $\lambda$  е 0.41 W/(m.K) надлъжно на влакната и 0.23 W/(m.K) напречно на влакната. Това придава на напречно поставени на стената дървени трупи 2-2,5 пъти по-добри топлоизолационни качества. В същото време глината или хоросаната увеличават термалната маса на стената и способстват за балансиране на денонощните температурни разлики. Според [тест, проведен в Университета в Манитоба](#), термичното съпротивление R за 1 инч е 1.47 (m<sup>2</sup> K/W).

Въпреки че зидарията от къси дървени трупи има достатъчна носимоспособност, поради липса на нормативна база у нас тя могат да се използва само като пълнеж на скелетна конструкция.



Фигура 113 Изпълнение на стена cordwood с междинен топлоизолационен слой. Снимка [Cordwood Construction](#)



Фигура 114 Уютно cordwood бунгало в гората. [Ole Hagman](#), Швеция.



Фигура 115 Изграждане на стена с носещ дървен скелет и пълнежи от кирпич отвътре и с къси дървени трупи, свързани с глинена смес отвън. Къща за гости в с. Извост, Белоградчишко.



## 6. СЕНИ, ФОРМОВАНИ ДИРЕКТНО С ВЛАЖНА ГЛИНЕСТА СМЕС (КОБ)

За разлика от други строителни материали, глинестата почва във влажно състояние може да се формира във всякакви форми. Тази строителна техника е широко разпространена в Африка и Азия, известна е също в Европа и Америка. Тъй като почти не са необходими инструменти и кофраж, това е най-простата и най-примитивна техника. Подготвената смес е използва директно (без междинни продукти или междинни процеси) като стените се „скулптират“ с ръка. Поради голямата свобода на формите и своеобразната си експресивност днес тази техника е предпочитана от много хора.

Недостатъкът е, че дори постно-глинестата почва със само 10% до 15% глина показва линейно свиване при сушене от 3% до 6%. Глинестата почва с високо съдържание на глина дори може да има коефициента на линейно свиване над 10%. Това може да доведе до напукване. Използването на слама намалява риска от напукване, олекотява стената и повишава здравината като дисперсна армировка.

Тази техника е известна на други места. В Германия е наричана Wellerbau. В Йемен, където се прилага при многоетажни сгради, се добавя слама и се нарича *забур*. В Англия се използва названието *коб*, което се наложило като световен термин.

У нас тази техника се среща рядко. Известна е под името „*купа*“. Данни съществуват в селата Петреване, Луковитско и Бръшлян в Странджа. Използвана е за плевни и други второстепенни сгради.

Направата на сместа е трудоемък процес, аналогично на забъркването при кирпичени тухли. (виж стр. 37) Най-добре смесването става в трапове на мястото, където се добива материала. Големината и броя на траповете зависи от големината на сградата и броя на работниците. Първоначално земята се разкисва с повече вода, след което на другия ден се добавя сламата и пясъка, ако е необходимо. След забъркването се изчакват два дни сместа да се стегне като пластилин. Удължаването на времето за ферментация може да доведе до разлагане на сламата и поява на лош мирис, който за дълго ще остане в стената. Според Майкъл Дж. Смит един компетентен човек може да забърка на ден половин кубически метър. [14] Практикува се и бъркане върху платнище. Този начин е удобен, когато се бърка „ден за ден“, но не позволява добро разкисване на земята и проникване навсякъде на глинени частици, както и ферментация на сламата и отделяне на млечна киселина и целулоза за по-добро слепване. В днешно време за забъркване на сместа може да става механизирано чрез използване на трактор, багер или миксер с хоризонтална ос. Миксерите, използвани за бетон не успяват да разбъркат добре глината и сламата, затова не са предпочитани.



фигура 116 Смесване на глинестата почва и слама с трактор, Англия.

Сместа се полага на слоеве, които се утъпкват с крака или се уплътняват с ръце. Отворите и инсталациите се изпълняват едновременно с издигане на стената.

Съхненето е бавен процес и отнема около три месеца, въпреки че отвън стената изглежда суха и твърда. Затова не бива да се допуска съхненето да става през зимата, защото съдържащата се в дълбочина влага може да замръзне и намали здравината на стената.

В много страни стените от коб са носещи. Поради сеизмичните условия в България обаче това е неприложимо. У нас е възможно техниката коб да се използва като пълнеж към носещ конструктивен скелет. Добра практика е, когато предварително е изградена покрита паянтова конструкция и стените от коб се изпълняват след това, независимо от атмосферните условия и валежи.

Познати са **три основни способа** за оформяне на стената от коб. Всеки от тях е подходящ за определени случаи. Възможно е използването и на трите начина при изграждането на една стена.

- **утъпкан коб.** Този способ е подходящ за дебели стени с малко детайли и отвори, и с височина на стената, безопасна за ходене по нея. Изграждането става



бързо и лесно, особено ако бъркането става непосредствено до стената. Тази техника е характерна за Англия, затова е наричана още **английски коб**.

- **Направа и полагане на валчести късове (топки).** Този начин е по-бавен, но предлага по-високо качество. Забърканата земя и слама се оформя ръчно на отделни валчести късове (топки), които се полагат на стената по прецизно и се прикрепват по-надеждно. Според Майкъл Дж. Смит „получава се по-добро качество, защото вие чувствате всеки къс при неговото приготвяне. При опростени стени това може би не е от значение, но става важно, когато се стигне до направа на отвори, ниши и скулптурни детайли.“ [14] Друго предимство е възможността за транспортиране (хвърляне) на по-голяма височина.

- **Лентово глинобитен метод.** Това е най-стария известен метод на строителство със земя, познат от преди 8000 години. (Виж Праистория на стр. 3) При него се съчетават бързината на *утъпкания коб* с прецизността *валчестите късове*.

#### УТЪПКАН (АНГЛИЙСКИ) КОБ

В Англия техниката коб е описана по следния начин (фигура 116):

*Един мъж стои с тризъба вила на цокъла на стената, вторият човек оформя буци по-големи от два юмука. Вторият човек след това хвърля буците на първия, който ги улавя с вилата и ходейки назад, ги хвърля върху стената. Когато е необходимо, той също така уплътнява стената с нозете си. По този начин се изграждат слоеве с височина от 50 до 60 см. За да се придаде завършена форма, повърхността на стената се обрязва. Дебелината на стените обикновено е от 45 до 60 см*

В Англия в миналото са строени много коб сгради, най-вече от кооперативи от фермери или бедни работници. Екип от няколко човека, работейки един ден седмично, може да завърши сградата за един строителен сезон. Обикновено обитателите изчаквали до следващата година, преди да измажат къщата отвън с хоросан, така че стените да могат достатъчно да изсъхнат. Стопанските постройки често оставали неизмазани.

Този начин на строителство е бил прилаган не само в селските райони. До навлизането на печените тухли, много градски жилища и имения се изграждат от коб. Само в областта Девон (Югозападна Англия) са запазени около 20 000 жилищни и множество стопански сгради, често без ремонт от векове.



фигура 117 Строителство с коб в Девон, Англия.

Забърканата в близост до стената смес от земя и слама се полага с вила върху стената. Отъпква се добре с крака, като стената се оформя странично с дървена тупалка.

На следващия ден, когато слой се е стегнал, с инструмент (търнокоп, тесла, маचेите или права лопата) се отнема излишната част и се придава необходимата форма на стената. Този процес не бива да се отлага, защото когато стената се втвърди прекалено, „одялването“ с инструмент става трудно и повърхността се поврежда.

Стените имат груба структура и обикновено се измазват след пълното им изсъхване. В Англия стените от коб достигат височина до 7 м. Производителността е около 30 часа за един кубически метър стена при ръчно бъркане на сместа.





фигура 118 Полагане на сместа върху стената с вила.



фигура 119 Отъпкване с крака



фигура 120 Странично оформяне на стената с дървена тупалка.



фигура 121 Премахване на излишната земя на следващия ден.





фигура 122 Оформяне на стената с права лопата на следващия ден.



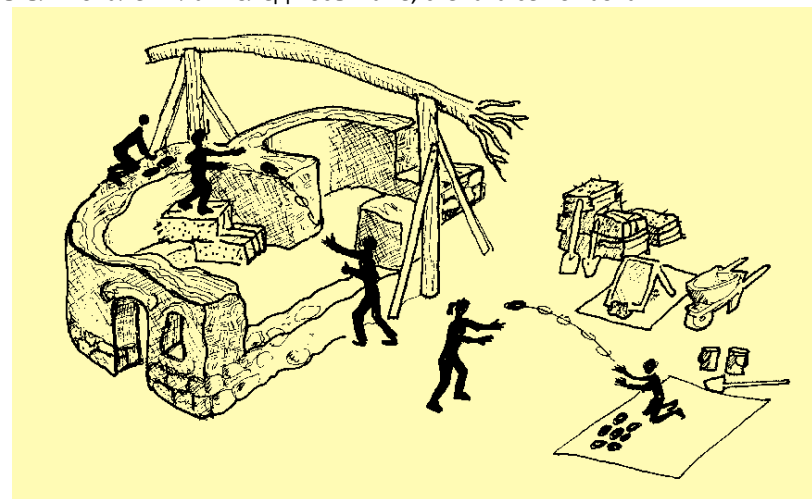
Фигура 123 Традиционна английска къща от коб. [periodliving](http://periodliving.com)



Фигура 124 Съвременно строителство с коб в Англия.

#### НАПРАВА И ПОЛАГАНЕ НА ВАЛЧЕСТИ КЪСОВЕ (ТОПКИ)

Този метод се използва в Англия, Африка, Йемен и др. В Гана се строят къщи с кръгъл и овален план. След изсъхване, стената се измазва.



Фигура 125 Изграждане на стена от валчести късове. [15]





Фигура 126 Оформяне на стена с отделни късове глинеста смес, Гана. Dr. [Matthias Funk](#)

#### ЛЕНТОВО ГЛИНОБИТЕН СПОСОБ

За лентово-глинобитния метод се използва по-мокра смес, която се полага с ръка на тънки 2-4 см слоеве. Като недостатък се посочва бавното съхнене на стената при хладен и влажен климат. Обратно, при сух и горещ климат съхненето се ускорява, защото тънкият слой изсъхва достатъчно до полагането на следващия.



В Индия и до днес се използва проста техника, при която почвата се разкопава с мотика и се омесва с вода. Сместа се нанася с ръка на тънки слоеве 2-4 см. Поради бързото съхнене на силното слънце, стената се изгражда непрекъснато като директно добива завършен вид и не е необходимо да се изрязва излишна част на следващия ден и да се правят мазилки.



фигура 127 Първата къща от коб в с. Лещен.



фигура 128 Строителство на къща от коб с вграждане на дървен скелет във вилно селище Омая, Гоцеделчевско. Снимка арх. Б. Буров





фигура 129 Завършен вид на къща от коб във вилно селище Омая.  
Видео от вилно селище Омая



Фигура 131 Къща от коб с арки и свод във вилно селище Омая.

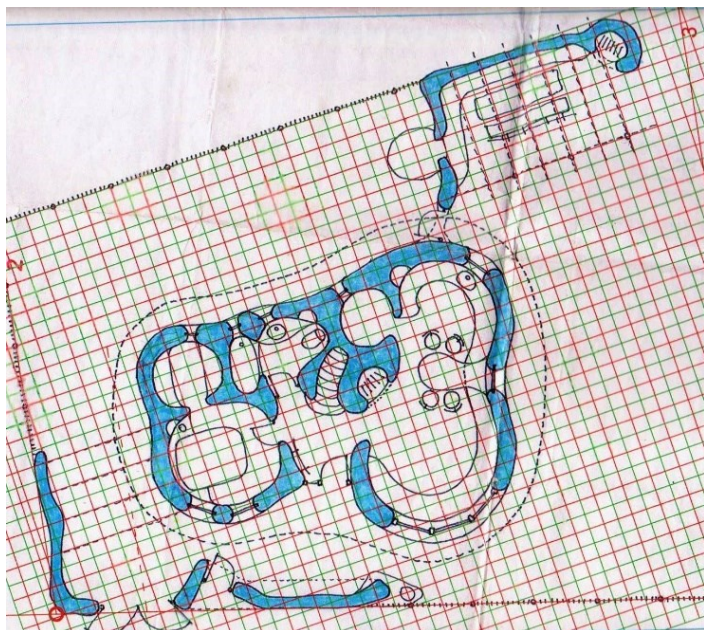


Фигура 130 Къща от коб с арки и свод във вилно селище Омая.



Фигура 132 Къща от коб в с. Баня, близо до Иракли.





Фигура 133 План на къща от коб в с. Баня, близо до Иракли.



Фигура 134 Бунгало от коб край с. Борика, Ихтиманско.



Фигура 135 Преустроена стара стопанска сграда със стени от коб, с. Хотница, В. Търновско.



Фигура 136 Изпълнение на пълнеж от коб. [Къща в с. Караполци.](#)



## 7. СТЕНИ ОТ ТРАМБОВАНА ЗЕМЯ

*“Тихо е, чувстваш се някак си извън времето, невероятно солиден и устойчив - много различно от другите къщи. Аз усещам сигурност тук... мигновен комфорт... сякаш съм в някаква антична сграда, която разказва своите тайни вековни истории.” Това ми каза веднъж един собственик на дом от трамбована земя, крачейки в жилището си като към презгърдката на своята любима.*

*Дейвид Истън [16]*

Много археологически паметници по целия свят свидетелстват за тази древна технология - Чатал Хюйюк в Турция, Харапа в Пакистан, Аклет-Атон в Египет, Чан-Чан в Перу, Духерос близо до Кордова в Испания и много други. Тази техника се нарича *rise de terre* във Франция, *barro apisonado* или *tapial* в Испания и *Stampflehm* в Германия. В България има ограничено разпространение. Информация за използването на трамбована глинеста почва има в Свищовско под името **бит дувар**. Тази техника е използвана в Белене за строителство на жилища. През 1660 г. Беленските павликяни построяват католическа църква от **бит дувар** и покрита с тръстика. [17]



Фигура 137 Къща от трамбована земя ( **бит дувар**). С. Петокладенци близо до Белене.

Известните архитекти Антонио Гауди и Франк Лойд Райт оцениха трамбованата глина в своята практика. В началото на ХХI век този малко известен факт добива ново измерение.

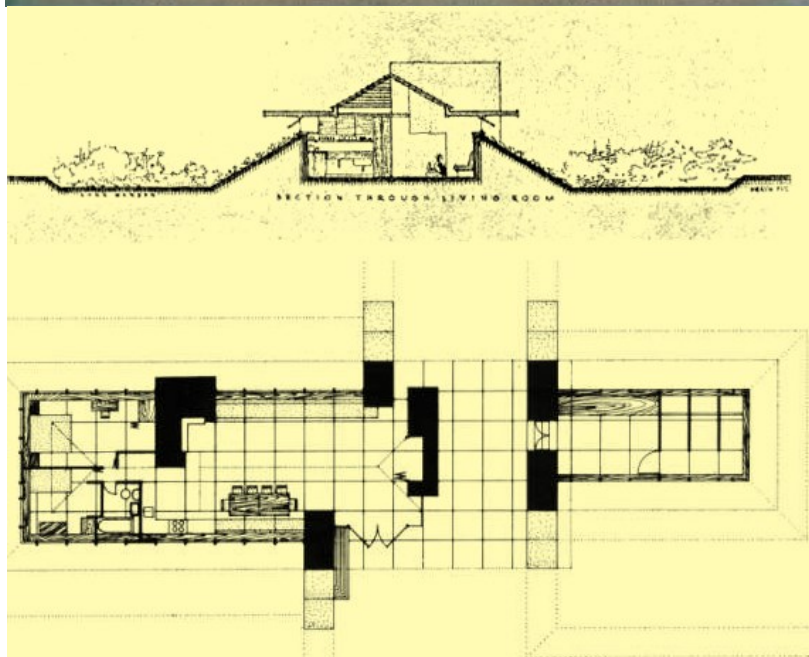
Гауди е проявявал голям интерес към народната архитектура. През 1884 той използва трамбованата глина (наричана в Испания *tapial*) за изграждането на павилионите при входа на фермата на Еузебио Гуел. За тази цел са наети специално обучени майстори от провинция Лерида.

Франк Лойд Райт предлага трамбованата глина за строителство на жилища в своя проект за “Броудакър Сити” - комуна за автомобилни работници в Мичигън. За съжаление този проект не се реализира поради започване на Втората световна война. С него Райт показва своята представа за модел на квартал със зелено пространство и свеж въздух, където всяко семейство ще има дом и достатъчно земя за отглеждане на собствена храна.



Фигура 138 Павилионит при входа на фермата на Еузебио Гуел.





Фигура 139 Перспективен изглед и план на къща от трамбована земя.  
Арх. Франк Лойд Райт.

При строителството с трамбована глинеста почва се използва кофраж от успоредни платна. Земновлажна почва се изсипва в кофража на слоеве около 15 см и се трамбова с ръчни или механизирани трамбовки. Трамбовките имат различни форми- конична, клиновидна и плоска. С коничните и клиновидни трамбовки се получава по-добро свързване на отделните слоеве и по-висока якост и устойчивост на хоризонтално натоварване, но процесът е по-трудоемък. Препоръчват се трамбовки с основа от 60 до 200 кв. см и тегло 5-9 кг.

Удобно е използване на трамбовка с две глави - кръгла и правоъгълна. Кръглата част се използва за обща работа, а правоъгълната- за трамбоване на краищата към кофража.



[Механизирано изработване на стена от трамбована земя.](#)

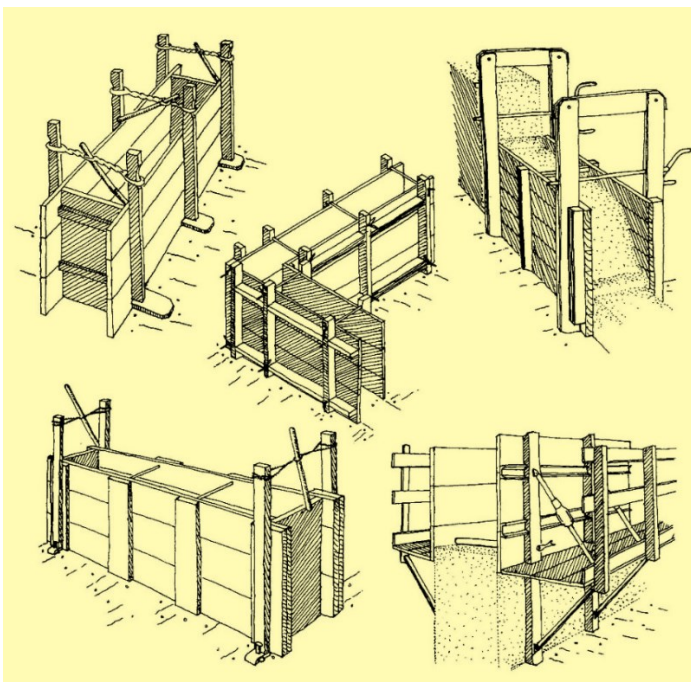


[Ръчна направа на стена от трамбована земя в Тибет, построена с радост, насърчение, хвала и солидарност.](#)



Фигура 140 С трамбована земя могат да се изпълнят и стени с овална форма.  
[rammedearthconsulting](http://rammedearthconsulting)





фигура 141 Различни видове подвижни дървени кофражи. [7]



фигура 142 Статичен метален кофраж. [Rammed Earth](#)

#### Предимства:

- По-малък коефициент на свиване и по-бързо съхнене в сравнение с коб. Това се дължи на използването на по-малко вода (около 15%).
- По-висока якост и дълготрайност в сравнение с кирпичената зидария поради монолитната структура на стената.

Използват се различни специализирани видове кофраж от дърво и метал. Възможно е употребата на кофражи от бетонното строителство, но обикновено те са тежки за работа и скъпи. Изборът на подходящ кофраж е от първостепенна важност. Съществуват основно два вида кофраж – подвижен и статичен тип.

- **Подвижният кофраж** се използва за направа на хоризонтални редове по цялата дължина на стената. След завършване на реда, кофражът се демонтира и повдига за направа на следващия ред. Най-често този тип кофраж е дървен, от дъски или шперплат. Дървените плоскости от слепени частици не се предпочитат.
- **Статичният кофраж** се използва за направа на вертикални участъци от стената с височина 2-4 м. Най-често този тип кофраж идва от стоманобетонната индустриално строителство. За да се трамбова пълноценно земята, височината на платната не бива да надвишава 90 см.

В Китай и Сърбия се използват **хибридни форми**, при които се фиксират вертикални стойки с височината на цялата стена по които кофражът пълзи вертикално. След фиксиране на вертикалните стойки работата протича бързо. Хибридните форми имат много потенциални решения.

Ако кофражът не е оптимизиран, може над 30% от разходите за труд да се вложат в неговия монтаж, демонтаж и преместване. Следва да се имат предвид някои правила:

- Кофражните платна да са достатъчно твърди, за да не се огъват навън по време на трамбоването.
- Частите да бъдат достатъчно леки за монтаж от двама работници.
- Кофражът лесно да се премества и фиксира вертикално и хоризонтално
- Да позволява контрол за промяна в дебелината на стената
- За предпочитане е краищата на стената да не се нуждаят от специален кофраж и да е възможно изпълнението на стени с различни дължини.





Фигура 143 Пълзящ нагоре подвижен дървен кофраж по продължение на цялата стена. Германия. [Rammed Earth](#)



Фигура 144 Хибриден пълзящ кофраж, използван от векове в Китай. [Rammed Earth](#)



фигура 145 Метален маломерен подвижен кофраж, Индия. Дневната производителност на двама работника е 14 блокчета.





фигура 146 Ръчни дървени трамбовки.



фигура 147 Ръчни метални трамбовки



фигура 148 Дървена трамбовка с различни краища- правоъгълен и объл коничен. [7]



фигура 149 Механични пневматични трамбовки. CRATERRE

При топло време и достатъчно движение на въздуха свиването на стената спира след няколко дни. След 3 седмици стената е суха, въпреки че във вътрешността влажността още не е достигнала равновесие.

Производителността при традиционно ръчно изпълнение е 20-30 часа/куб.м. При използване на механизирани трамбовки времето може да се намали до 10 часа/куб.м. Съществуват и високомеханизирани техники с използване на трактор и тежки пневматични бутала, при които се достига производителност 2 часа/куб.м., която е по-добра дори и от тухлена зидария. [7]



фигура 150 Стена от трамбована земя, посетителски център Eden Project, Корнуел, Англия. Jolyon BrewisArchitect, (Grimshaw Architects)





фигура 151 Къща от трамбована земя, Полша.



Фигура 152 Стени от трамбована земя на лекционна зала, Англия.  
[rammedearthconsulting](http://rammedearthconsulting)

## 8. СТЕНИ ОТ ЕДРИ БЛОКОВЕ И ПАНЕЛИ

През последните години бяха експериментирани някои нови идеи за използване на предварително изработени елементи – едри блокове и панели. Макар и все още в ограничен мащаб, тези опити са част от търсенията за механизизиране и индустриализиране на строителството с естествени материали, което за сега остава с ограничено приложение поради многото ръчен труд.



фигура 153 В няколко свои проекта немският архитект Силвесър Дюфтер използва леки блокове от слама и глина с размер 50/60/30 см и тегло 26 кг. Използването на такива блокове за стена с дебелина 50 см дава U-стойност от 0,3 W/m<sup>2</sup>K. В един от случаите семейство собственици са произвели необходимите за тяхната къща 1500 блока за пет седмици. [7]



Фигура 154 Сглобяване на къща от панели с носеща дървена рамка и пълнеж. Двуслойният пълнеж е слой от глина (от 12 см за вътрешните до 20 см за външните стени) и слой от пресована слама (от 30 до 46 см за външните стени). Произвеждат се от [Биодом АД Хасково](#) за швейцарската фирма [Casevere AG, Swiss](#)





фигура 155 Строителство с панели в Австрия. За строителството на пасивна къща, реализирана близо до Виена, са използвани панели с голям размер. Конструкцията на панелите включва дървена рамка, обкована от двете страни с груби дъски. Пълнежът по средата е от слама. Външната страна на панела представлява 8 см слой от трамбована глина. От вътре са измазани със глина и слама. (арх. Томас Димоф).

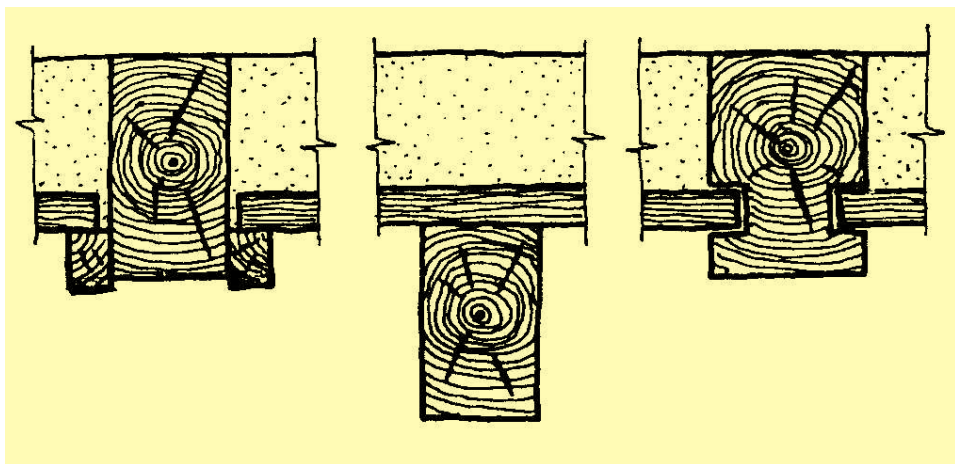


Фигура 156 The EarthCo Megablock е система, разработена в Тексас, САЩ. Използват се екструдирани с високо налягане блокове със сечение 30/46 см и дължина до 3,0 м. (Лари Уилямсън).

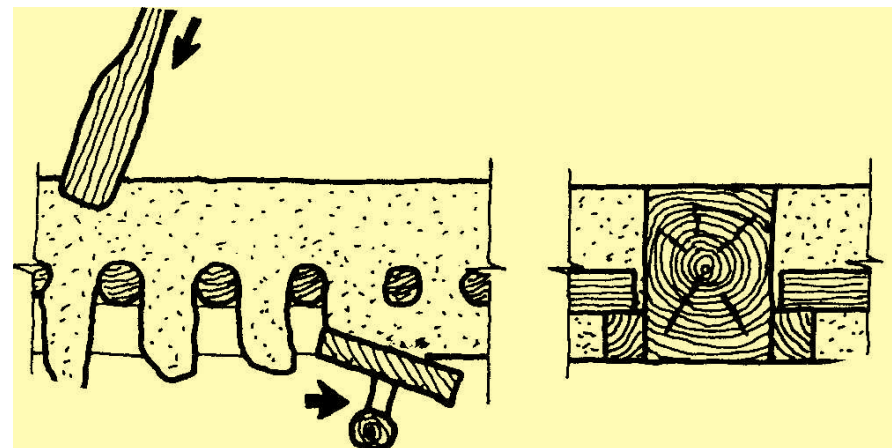


ПЪЛНЕЖ ИЛИ ПОДОВА НАСТИЛКА НА ДЪРВЕН ГРЕДОРЕД .

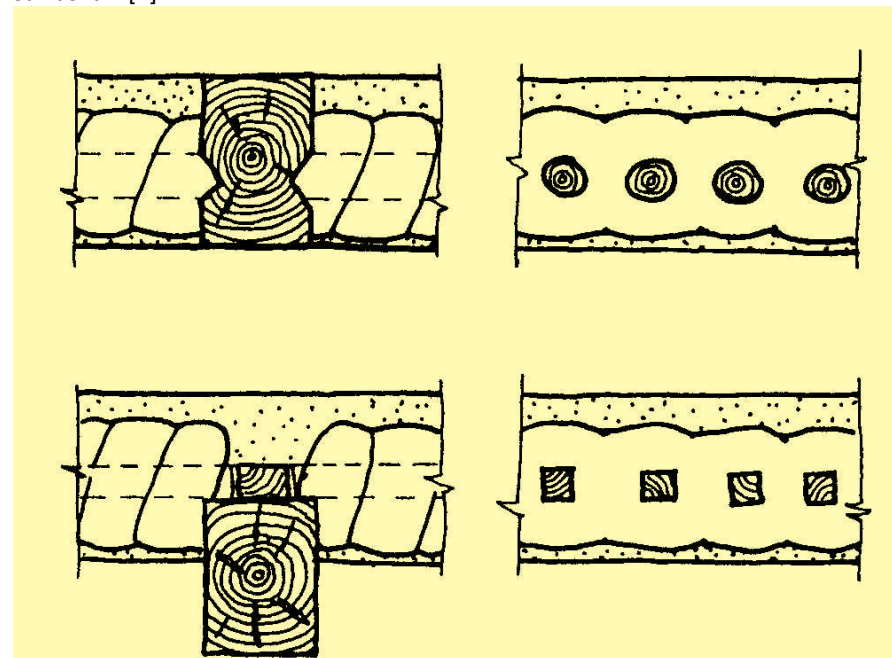
За да се увеличи звуковата и топлинната изолация на дървената подова конструкция, пространството между гредите се запълва с т. нар. междинен под (каратаван). В нашата традиционна практика най-често прилаганият междинен под се състои от нерендосани дъски, капаци или пръти, които лежат върху заковани към гредите летви или се вмъкват към предварително изработен глѐб. Върху междинния под се нанася пласт от влажна глинеста земя със слама. След това до горния край на гредите се прави пълнеж от суха земя, пясък или сгурия. Добре е преди нанасяне на глинестата смес, върху каратавана да се постави филтърен слой от геотекстил, който да предпазва от проникване и падане на прах.



фигура 157 Подов гредоред с междинен под (каратаван) и пълнеж от земя, смесена със слама. [7]



фигура 158 Ако вместо дъски се използват пръти на разстояние 3-6 см, глинестата смес се натиска до образуване на висящи надолу "езици", които по-късно се замазват. [7]



Фигура 159 Използването на валци (виж стр. 51) е традиционна практика за Северо-западна България.

## 10. ДОВЪРШИТЕЛНИ РАБОТИ

### ГЛИНЕН ПОД

Тази настилка, която е била широко използвана в миналото е вече изоставена, поради познатите и недостатъци – липса на водоустойчивост, поява на пукнатини, неиздържливост на натиск и изтриване. Тези недостатъци трудно могат да се избегнат, но при внимателно изпълнение това не е невъзможно. Глиненият под се състои от два или повече слоя. Първият слой служи за спиране на капилярната влага и се прави от добре трамбован чакъл с дебелина минимум 10 см. Вторият слой от глинеста смес с дебелина до 10 см може да се изпълни по два начина: като замазка с мастер и „майки“ или чрез трамбоване.

- При направа на **замазка** подът се изглажда с маламашка и след 1-2 дни допълнително се уплътнява с леко трамбоване.

- Чрез **трамбоване**, при което се използва смес с по-ниска влажност (земна влажност) и почти не се получават пукнатини. Уплътняването на пласта продължава до пълното му слагане и поява на влага на повърхността. Ако трамбоването се извършва на по-вече от един пласт, следващия пласт трябва да се положи не по-късно от 2-3 денонощия, като преди разстилането му, повърхността на долния слой се намокря.

В сместа могат да се добавят слама за намаляване на пукнатините, както и перлит или други леки агрегати за подобряване на топлоизолацията. За по-голяма еластичност на настилка, към най-горния пласт се добавя морска сол. Подходяща е земя със съдържание на глина до 15-20 %. При по-високо съдържание на глина е необходимо добавяне на пясък. Пропорцията се постига емпирично с проби и тестове. Съхненето е бавен процес и затова е най-добре глиненият под да се прави през лятото. След изсъхването (около 14 дни) е възможно да се появяват пукнатини. Запълването на пукнатините и други неравности се прави с глинеста смес с пресят пясък. За търсене на декоративен ефект някои предпочитат друг различен цвят за запълването на пукнатините. За запечатване на повърхността в миналото са използвани кравешка тор или говежда кръв. В днешно време най-предпочитаният естествен материал е ленено масло разрежено с боров терпентин в съотношение 1:1. Нанася се на три пъти през два дена, като за третото нанасяне съотношението е 3:1. Важно е накрая да не остават локвички които трудно ще изсъхнат. За финално запечатване се използва вакса от разтворен в боров терпентин пчелен восък.



Фигура 160 Направа на подова глинена замазка с мастер и „майки“



Фигура 161 Направа на глинен под с трамбоване. [greenstrides](http://greenstrides.com)





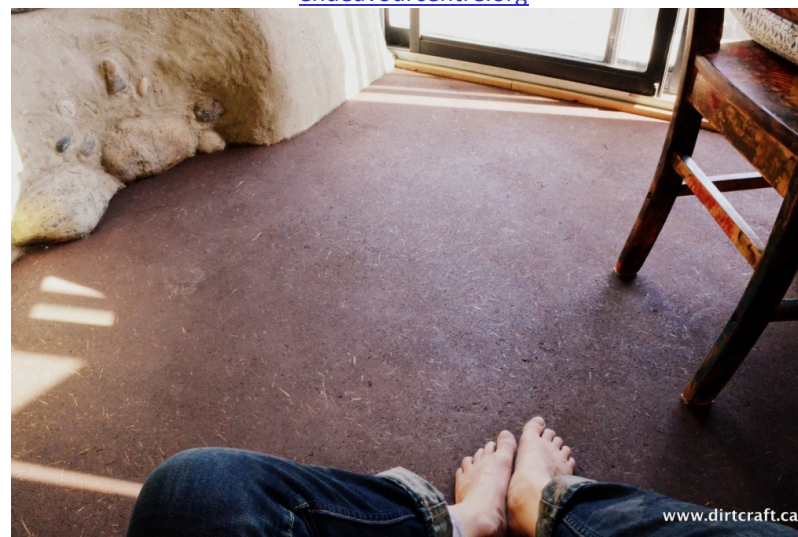
Фигура 162 Глинен под. [naturalbuildingblog](http://naturalbuildingblog)



Фигура 164 Декоративен ефект при запълване на пукнатините с различен цвят. [endeavourcentre.org](http://endeavourcentre.org)



Фигура 163 В глинения под може да се монтира система за подово отопление. [vergepermaculture](http://vergepermaculture)



Фигура 165 Меките филцови подложки, закрепени за долните части на мебели е една добра идея за предпазване на глинения под. [vergepermaculture](http://vergepermaculture)



### ПАВАЖНА НАСТИЛКА ОТ ДЪРВЕНИ БЛОКЧЕТА

В миналото паважни настилки от дървени блокчета са изпълнявани във фабрични помещения с тежко натоварени подове. Дървените павета се потапят в ленено или горено масло (без горната страна) и се подреждат отвесно по посока на влакната. При натоварени подове основата е от бетон, върху която паветата се залепват върху битумен слой с дебелина 1-1,5 см. При по-малко натоварени подове основата може да бъде пясъчен слой с дебелина 10-12 см. Фугите до 8 мм се запълват също с битум.



Фигура 166 Паважна настилка от дървени блокчета от стари дъбови греди.

Вместо квадратни ли правоъгълни блокчета може да се използват и кръгли дървени дискове (cordwood). Дисковете се изрязват от сухо старо дърво. Използват се различни дебелини – от 3 до 12 см. Подреждат се върху твърда или пясъчна основа. Всеки един от дисковете се набива с гумен чук, така че от повърхността до нивото на пясъка да останат 4-7 см. а фугите са 1-1,5 см. Съществуват различни материали за запълване на фугите. Един лесен вариант е смес от 4 части вар и една част дървени стърготини. За получаване на пластична фугираща смес може да се използва следната рецепта: за под с площ от около 5 кв.м.: в 15-литрова кофа се слагат -

на 1 кг ленено масло се добавят 1 кг вар, 2 кг дървени стърготини и 5 кг глина с вода. След щателно смесване, трябва да се получи пастообразна маса. Можете да се добави и мраморен или стъклен прах с мазнини, което ще помогне на сместа да стане водоустойчива.

С фугиращата смес се запълват и пукнатините в дървото, ако има такива. След пълно изсъхване подът се шлайфа и обработва с ленено масло и разтворен в боров терпентин восък.



Фигура 167 Направа на под от кръгли дървени дискове (cordwood)



## ГЛИНЕНА МАЗИЛКА

Мазилката от глина е позната от древни времена. Днес глинени мазилки се използват както за реставрация на стари къщи, така и в ново строителство с висок комфорт.

### Предимства:

- огнеупорност
- позволява на измазаните повърхности да дишат
- може да бъде поправена или преработена по всяко време
- повърхностите са хладни през лятото и топли през зимата
- абсорбират водни пари и миризми
- безопасни за работа
- ниска цена и артистична експресивност

Глинените мазилки се състоят главно от пясък, тиня и обикновено между 5% до 12% глина. Земята от различни находища е различна и по своя състав състав. Трудно е да посочи какви са идеалните пропорции. Те зависят от много променливи фактори: зърнометричния състав на материала, водното съдържание, вида на глината, начина на приготвяне и добавки. Затова обикновено се тестват няколко проби до постигане на желания резултат. Например върху стената може да се направят проби с размер 30x30 см - без добавяне на пясък, с добавяне на пясък в съотношение глина/пясък 1:1, 1:2 и 1:3. Пробите се правят с дебелина до 2 см върху вертикална стена. Съхненето може да отнеме от два до четири дни. Ако мазилката се напука, отлепи и падне, то съдържанието на глина е голямо и следва да се добави фин пясък. Ако се рони и пада на части при почукване – то глината е малко и няма достатъчно свързващо действие. Появата на много пукнатини показва високо съдържание на глина. Само по емпиричен път може да се определи оптималния вариант за всеки конкретен случай. Глинените мазилки се свързват много добре не само с глинени стени, но и с тухла, бетон и камък, ако повърхността е достатъчно груба. Опитите с тънки 3-5 мм мазилки върху гипсова шпакловка и гипсокартон също се оказаха успешни.

Глинената мазилка не реагира химически. Затова повърхността на основата трябва да бъде достатъчно груба с цел развиване на добра физическа връзка. Стената се мокри предварително. Ако повърхността не е достатъчно груба е добре да се надраска допълнително. За да се гарантира добро сцепление е възможно да се

използват рабицова, пластмасова, стъклена или конопена мрежа, тръстикова розетка. Върху каменна зидария при плътен нехигроскопичен камък се прави шприц от рядка вар с малко пясък.

За да се получи глинена мазилка без пукнатини е необходимо в сместа да има достатъчно едър пясък. Добавянето на влакна (чоп, наклъцана слама, конопени или кокосови влакна, сено и др.) я армират дисперсно и намаляват пукнатините. За вътрешна мазилка могат да се използват като добавки дървени стърготини, целулозни влакна, плява от зърнени култури или други подобни частици. След разбъркване с вода се изчаква 30 мин. преди сместа за мазане да се нанесе върху стената. Ако вместо вода се използва суроватка, се намалява свиването при съхнене.

Според Варвара Вълчанова *„Размерът на зърната, които съставят мазилката, се определя в зависимост от дебелината, с която искаме да мажем. Може да се придържаме към правилото, че най-големите зърна в мазилката трябва да са с диаметър, равен на половината от дебелината на мазилката. Ако мазилката е дебела 4 мм, то най-големите зърна могат да бъдат с диаметър 2 мм.“* [18]

Когато мазилката се нанася на два слоя, то първият слой (наричан хастар) е по-груб и може да съдържа повече глина. Тогава пукнатините са допустими и спомагат за по-добро закрепване на следващия слой. Вторият слой с дебелина до 5 мм (с повече пясък) ги покрива и не се напуква. За подобряване на устойчивостта на износване и влага могат да се добавят: ржжено брашно, казеин, прясна кравешка тор. Малките капиларни пукнатини се изглаждат с мокра дунапренова гъба след няколко часа, дори и дни. Ако мазилката трябва да е с дебелина по-голяма от 10-15 мм, тя се нанася на два или три слоя, за да се избегнат свивания и пукнатини. Всеки следващ слой се полага след пълното изсъхване на предишния. За да се избегнат напуквания трябва всеки слой да е с еднаква дебелина. Ако по основата има фуги или вдлъбнатини, те трябва да се запълнят предварително и се изчака да изсъхнат.

Към сместа за мазилка може да се прибави сол. Солта се използва като добавка за замазване на плоски глинени покриви в Анатолия, Турция. Поради високата хигроскопичност на солта, замазката задържа влага за по-дълъг период и не позволява проникването на вода. (Dalokay 1969 г.). Солта също така предпазва мазилката от мръзене.

За външна мазилка се оказва успешно добавянето на смляна слама (до 5 см), кравешка тор и сол в следното съотношение: 1 кофа земя, ½ кофа смляна слама, ½ кофа прясна кравешка тор, ½ кг сол. Добавя се вода до постигане на добър вискозитет, когато сместа се задържа върху вертикална мистрия.

Нанасянето на глинената мазилка е аналогично с хоросанова мазилка. Може да се нанася както ръчно, така и машинно. Основата се намокря добре. При ръчно нанасяне се работи с мистрия и маламашка. За постигане на гладка повърхност след 2-3 часа (преди мазилката да е засъхнала) стената се „изпердашва“ с шпакла или друг

твърд метален инструмент. Накрая с влажна дунапенова гъба се почистват останалите по повърхността пясчинки.

Традиционно външните мазилки са запечатвани с вар чрез нанасяне на варова шпактовка или варосване с варово мляко. За шпактовка може да се използва смес от вар и каменно брашно (в миналото е използвана счукана керемиди) в съотношение 1:1. Варовото мляко се нанася на пет ръце за външни стени и на три ръце за вътрешни. За омокотяване на цвета към варовото мляко може да се добави малко количество глина или оксидна боя. Необходимо е съхненето на вартата да става възможно най-бавно, за предпочитане в облачно, хладно и влажно време.

Глината не е агресивна и може да се формира и обработва с ръце, дори действа благоприятно на кожата. Тъй като не се осъществява процес на химично свързване, смесения с вода разтвор на мазилката може да се обработва в продължение на повече дни. Засъхналата (сгъстена) глинена мазилка не губи годността си за употреба, с помощта на разреждане с вода и да се използва отново неограничено време. С различни естествени цветове може да се оформят декоративни елементи.

Традиционно в миналото глинените мазилки са правени от по-често от жените. Тази дейност не е свързана с физически усилия, работата с глина носи приятно усещане, резултатът се постига бързо и носи удовлетворение.

Произвеждат се готови смеси за глинени мазилки ([roefix](#), [claytec](#), [tierrafino](#)). На нашия пазар се предлага [глинена мазилка от Чехия](#). Като по-евтино решение може да се използват глинени и кварцов пясък от фабрика за керамични материали [Керамит](#) в гр. Елин Пелин (пропорция 1 част глина на 2-3 части пясък).



Фигура 168 Глинени мазилки. [tierrafino](#)



Фигура 169 Външна глинена мазилка.

### ГЛИНЕНА БОЯ

Глинените бои са познати от праисторически пещерни рисунки. Това са най-старите и най-устойчивите естествени пигменти, останали непроменени десетки хиляди години. Природата предлага богата палитра от минерални цветове. Добиването и работата с тях е сравнително лесно и приятно.



Фигура 170 Палитра от глинени бои. [uneartedpaints](#)



Обикновено за домашни нужди са необходими малки количества изходен материал- земя с подходящи цветове, която може да бъде намерена най-често по страничните откоси на пътищата. Като пигмент се използва най-фината съставка на почвата – глината. Земята се разтваря в съд с вода, разбърква се и се оставя да се утаи за 8 часа (виж *седиментен тест* на стр. 16). Останалата на повърхността вода внимателно се отлива и се изгребва или изсипва само най-горният слой глина, който се използва за направа на боя. Най-простият начин за получаване на боя е разтварянето на глината във вода. Може да се работи с различна консистенция. В Африка и Америка местните жители използват боя с гъстота на сметана, която се нанася чрез втриване върху измазаната стена с парче овча кожа (заедно с вълната), гъба или четка. [18] Може да се използва и глинено мляко, което се нанася с четка баданарка. След изсъхване боядисаната стена изсветлява. Когато е добре нанесена на тънък слой, глинената боя се свързва добре с основата и не оставя следи по ръцете при докосване.

Към глинените бои може да се добавят различни стабилизатори. В нашата традиция е използвана прясна кравешка или конска тор в отношение 1:1 глина/тор. Добре е тази смес да се остави да ферментира за няколко дни. Казеинът е друг използван стабилизатор и представлява млечен протеин със силно слепващо действие. Казеинът се разтваря във вода в съотношение 1:4 в неметален съд и се оставя за няколко часа като внимателно се разбърква до получаване на суспензия. В друг съд се разбърква една част боракс на прах с осем части дестилирана вода. Разтворения боракс се добавя към казеиновата суспензия и се разбърква добре, след което се загрява до 60-70 градуса до получаване на полупрозрачен разтвор. След охлаждане този разтвор се използва като база за глинени бои. Към него се добавя разтворена във вода глина. При липса на казеин в домашни условия може да се приготви млечна боя чрез пресичане на мляко с лимонов сок или оцет. Получената извара се прецежда, разбива с блендер и използва за основа на глинени бои. [18]

В миналото като основа за приготвяне на бои са използвали яйчен жълтък. Жълтъкът се отделя внимателно от белтъка и се отделя от ципата. Към един жълтък се прибавя до една чаена лъжичка пигмент и се разрежда с малко вода.

Като стабилизатор за глинени бои може да се използва и до 25% масло, най-често ленено.

За търсене на декоративен ефект към глинената боя може да се добавят малки количества пясък, слюда или влакна (смяна слама, коноп и др.).



Фигура 171 Рисуване с глинени бои върху глинена мазилка.



Фигура 172 Снимка [Margaret Courtney-Clarke](#)

## ТОПЛОИЗОЛАЦИИ ОТ ЕСТЕСТВЕНИ МАТЕРИАЛИ

### Лен

$\lambda$ - 0.040W/mK;  $\mu$ -1

Предимства: безпроблемно рециклиране.

Недостатъци: горим е, за това се преработва със соли, за да се намали горимостта; трудна обработка, при която се образува прах; не може да се реже с нож.

Слага се на стени и покриви. Реже се само със специални ножици.



### Коноп

$\lambda$ - 0.040W/mK;  $\mu$ -1-2

Специфичният топлинен капацитет на конопа е двойно по-голям в сравнение с минералните изолации ( $c = 1600 \text{ J/(K.kg)}$ )

За да се посади това растение, се иска специално разрешение, което се получава след като бъде упоменато къде ще бъде посаден материала и информация за него.

Предимства: Конопените влакна са с уникалната способност да поемат и отделят влагата. Благодарение на високата пропускливост и проводимост на и влага, конопената изолация поддържа здравето и микроклимата в дома, без бактерии, плесени и други микроби, които индуцират алергии и много други здравословни проблеми. Конопената изолация запазва формата си дори и при много влажни условия. Конопената вата не губи топлоизолационните си свойства дори и при влажност 20%. Повърхността ѝ е гладка и полагането ѝ не изисква защитни средства, без никаква опасност от дразнене на кожата или дихателната система.

Недостатъци: 3-4 пъти по-скъп от минералната вата.



Фигура 173 Конопена вата. Vicarius Canna Flex – гъвкави и твърди панели панели.

[homenest](http://homenest)

### Конопен бетон HEMPCRETE

$\lambda$  - 0,07 до 0,12 Wm<sup>-1</sup> .K<sup>-1</sup>

Плътност: 300 до 450 кг / м<sup>3</sup>

Hemcrete (от hemp-коноп и concrete-бетон) е прост и ефективен – лек бетон, изработен от коноп, вар и вода. Hemcrete е и много функционален. Може да се използва за изолация на стени, подове и покриви. Огнеупорен е, водоустойчив и не загива стига да е над земята. Устойчив на гризачи и насекоми (дори термити).



Фигура 174 Блокчета от конопен бетон HEMPCRETE



### Овча вълна

$\lambda$ - 0.040W/mK;  $\mu$ -1

Предимства: безпроблемно рециклиране; запазва 30% от своята влага, без да променя вида си; много лек материал; може да променя вредните вещества във вредни( действа като филтър).

Недостатъци: необходима е обработка против насекоми; три пъти по- скъпа от минералната вата.

Поставя се вързана с въжета или с полиестер и се заковава на дървена рамка. Намира приложение при изолиране на покривите.



Фигура 175 Покривна теплоизолация от овча вълна. [homenest](http://homenest.com)

### Целулозна изолация

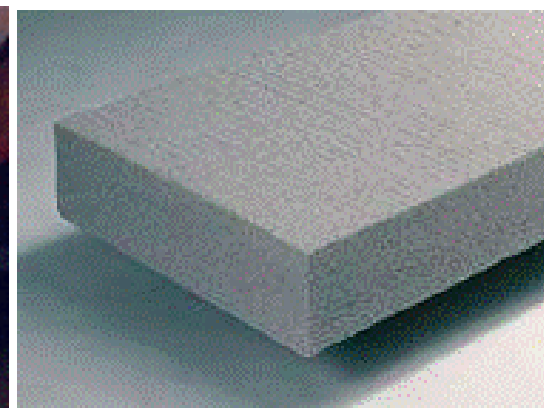
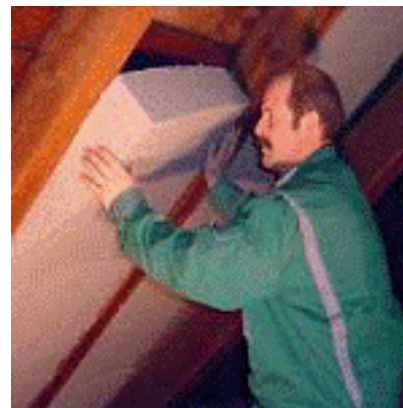
$\lambda$ - 0.0365 до 0.0396 W.m-1.K-1

Произвежда се от рециклирана хартия с органични добавки, осигуряващи защита срещу вредители, мухъл и пожар. Целулозната изолация се използва за топло/звуко изолация на вътрешни/външни стени, подове и покриви и в повечето случаи се нагнетява в празнините чрез силно въздушно налягане от специална машина. В 20% от случаите може да се поставя ръчно, но ефекта на теплоизолация ще е по-слаб. Поставя се и на плочи.

Предимства: изпълването на пространствата за изолация е много бързо; особено подходяща за покривни изолации; има по-добри теплоизолационни показатели от минералната вата; не предизвиква алергии;



Фигура 176 Машинно полагане на целулозна теплоизолация. [homenest](http://homenest.com)



Фигура 177 Плочи от целулозна теплоизолация.

### Пеностъкло

$\lambda$ - 0.040; 0.050W/mK;  $\mu$ - ~

Предимства: рециклира се; не гори; здраво е; устойчиво на вода.

Недостатъци: има висока топлопроводимост; има миризма на сяра, но не е отровно. При този материал се добавя въглерод. Стъкленият материал се разтопява и въглерода изгаря, след това става на пяна и оттам се изстудява и се получава в твърдо състояние.



Фигура 178 Пеностъкло.

### Текстилна звуко/топлоизолация

Състои се от 80% рециклиран памук. Държи се като хидро регулатор, благодарение на способността си да абсорбира и освобождава водна пара.



Фигура 179 Текстилна топлоизолация. [homenest](http://homenest.com)

### Тръстикови панели

$\lambda$  = 0.043 до 0.049 W /mK

Панелите се изработват от тръстика, пристегната с тел. Предлагат се дебелини 2,5 и 7 см. Подходящи са както за вътрешна, така и за външна изолация на помещения, също за изолация на покрив. Могат да служат и за изграждане на вътрешни преградни стени. Отлично може да се комбинират с глинени и варови мазилки, както и със стенни отоплителни системи.

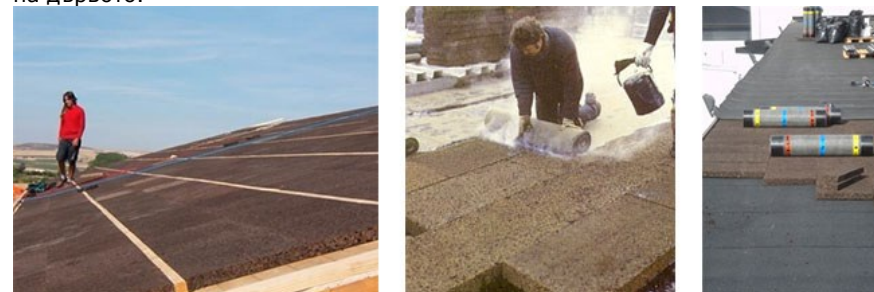


Фигура 180 Тръстиков панел. [homenest](http://homenest.com)

### Корк

Корковите изделия намират разнообразно приложение в строителството. Предлагат се изнosoустойчиви подови плочи, облицовъчни плочи за стени и тавани, топлоизолационни плочи от технически корк с дебелина - от 10 до 320 мм и  $\lambda$  = 0,037/0,040 w/mk. Корковите изделия подобряват акустиката в помещенията.

Коркът е възобновяем продукт. При добива му дървото не се унищожава. За период от 9 години отнетата кора се възстановява. Това се повтаря 18 пъти в живота на дървото.



Фигура 181 Покривните топлоизолации от технически корк издържа на температурни и атмосферни влияния, позволяват натоварване без опасност от дефетиране.



### Слама

Сламата е евтин и добър топлоизолатор. Сламените бали са с обемно тегло 90-110 кг/м<sup>3</sup> и  $\lambda=0,052$  (W/m.K) при перпендикулярно положение на стеблата,  $\lambda=0,08$  (W/m.K) по посока на стеблата. Необходимо е сламата да се защити от висока влажност и предпази от загиване.

Произвеждат се и [панели от пресована слама](#) с дебелини 40 и 60 мм. Техническите им характеристики са: обемно тегло 379 кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda=0,099$  (W/m.K);  $\mu=9,7$ . Използват се при направа на подове, стени и тавани.



Фигура 182 Стенни топлоизолации със слама. Снопчета от слама, привързани към стената преди тяхното измазване (ляво) и сламени бали с мазилка върху рабицова мрежа (дясно).



Фигура 183 Панели от пресована слама. [ekopanely](#)

### Перлит

$\lambda=0,06$  (W/m.K), Плътност 150 кг/м<sup>3</sup>,  
специфичен топлинен капацитет - 840 J/(kg.K)

Представява едрозърнест, силно порьозен, лек, бял топло- и звукоизолационен материал. Получава се при изпичане на вулканично стъкло. Намира приложение в строителството за насипна топлоизолация. Използва се като добавка за подобряване на топлоизолационните качества на замазки, мазилки и стени. Произвежда се в Кърджали от [Бентонит АД](#)

Има още нещо, което обикновено пропускаме, като говорим за изолация. Това е изразходената енергия за получаване на продукта, с цел последващо спестяване на енергия от сградата. Институт в Австрия е направил проучване за нужната енергия за производство на кубичен метър изолационен материал. За добиването на естествените топлоизолации е необходимо значително по-малко енергия.

Полиуретан	800-1500 KWh/m <sup>3</sup>
Екструдиран стиропор	450-1000 KWh/m <sup>3</sup>
EPS	200-760 KWh/m <sup>3</sup>
Дървени плоскости	600-1500 KWh/m <sup>3</sup>
Стъклена вата	250-500 KWh/m <sup>3</sup>
Каменна вата	150-400 KWh/m <sup>3</sup>
Лен	50-80 KWh/m <sup>3</sup>
Коноп	40-80 KWh/m <sup>3</sup>
Овча вълна	50-80 KWh/m <sup>3</sup>
Целулозни парчета	70-100 KWh/m <sup>3</sup>
Дървени плочи	50-100 KWh/m <sup>3</sup>

## 11. ПОКРИВИ ОТ ЕСТЕСТВЕНИ МАТЕРИАЛИ

Малко известно е, че керемидите навлизат масово по нашите земи в края на 19 век. До тогава за покриване на сградите са използвани каменни плочи, дъски, слама и тръстика. Уземните къщи (землянките) са покривани слой от 30 см пръст върху тръстика или слама.

### ПОКРИВИ С КАМЕННИ ПЛОЧИ



Фигура 184 Покрив с тикли

#### Каменни плочи, тикли.

Тиклите се добиват чрез цепене на камъка. Дори, когато се появяват керемидите, строителите са предпочитали да покриват покривите с тикли. Причините за това според родопчани са няколко: евтини са макар добиването им да е трудоемко; лесно и бързо се покриват големи площи; не се чупят при град и от лоши атмосферни условия; ако се наредят добре не се налага да ги пренареждаш отново. Издържат много.

Реденето на тиклите започвало, винаги от най-долният край на покрива върху ребрата на стрехата. Плочите се нареждат по края на стрехата така, че да се

подават малко извън нея (да може да се оттича водата). От края на стрехата плочата се подавала на една трета, а останалите две трети лежат на ребрата, за да се застъпят от следващия ред. Когато се нареди първия ред по дължината на стрехата (майката), без значение е от коя страна се започва, втория ред се полага така, че да застъпва долната плоча и тази която е до полаганата. По този начин се дава наклон за оттичане на валежната вода. Всеки следващ ред натиска този, който е под него и едновременно с това съседния и така до билото на покрива. Това се повтаря многократно по всички скатове и накрая покрива придобива красив и завършен вид (*нареден*). [20] Такива покриви са със слаб наклон 18-20 градуса.



Фигура 185 Покриви с тикли с големи размери, с. Вглевци, В. Търновско.

Дебелината и размерът на тиклите варират според находището им. Понякога дължината им достига до 2,0 м. Тогава монтажът се е правил с въжета, прехвърлени през билото и теглени от кон. Тикли с по-малък размер са използвани за покриване на църковни куполи.

Работата с тикли изисква специфични умения и е необходимо да бъде извършвана от опитни майстори.



### Естествени шиферни плочи

Представяват естествени плочи с дебелина 4-6 мм от глинести шисти, състоящи се главно от глина и кварц. У нас не се добиват и са внасяни за някои представителни сгради. Плочите са с различни форми и големина. Приковават се върху дъсчена обшивка или летви при минимален наклон 30 градуса. Издържат до 200 години. Шистови плочи се предлагат на нашия пазар, но струват скъпо заради използването на ръчен труд в производството и високите разходи при добиването на материала. Цената на полагането на покривката е доста висока поради сложността и трудоемкостта на процеса.



Фигура 186 Покриване със шистови плочи. [mkmgrup.eu](http://mkmgrup.eu)

### ДЪРВЕНИ ПОКРИВИ

Дървените покриви вече са изчезнали у нас. В миналото те са били разпространени в планинските райони, богати на дървен материал. Съществуват данни за използване на дъсчени дървени покриви в Родопите и дървени шиндли в Тетевенско.

#### Дъсчен покрив

Дъсчените покриви се правят от дъски с дебелина 2 см и ширина 17-20 см, които се наковават върху бичмета, поставени на разстояние до 1 метър. Обикновено покривки се правят в два пласта. Наставянето на дъските по дължина става чрез застъпване с 20-25 см. За да се предпазят дъските от напукване и да се постигне по-голяма водоуплътност, долните дъски се нареждат с изпъкналата страна на годишните кръгове нагоре, а горните дъски – обратно. Минимален наклон от 25 градуса. [11] За всяка летва дъските на долния слой се наковават с един пирон по средата, а дъските от горните слоеве - с два пилона по краищата.



Фигура 187 Село Нова махала (сега Медени поляни), Велинградско.  
Къща с блоков градеж и дъсчен покрив, строена преди 1913 г. [8]





Фигура 188 Стопанска сграда с блоков градеж и дъсчен покрив. С. Орцево, общ. Белица. Снимка Румена Павлова.



Фигура 189 Дъсчен покрив, Музей Астра, Сибиу, Румъния.

#### Гонтова покривка

За направа на гонтова покривка се употребяват цепени или бичени дъсчици от бор, ела или трепетлика. Гонтовите дъсчици имат триъгълно напречно сечение с глъб в по-дебелата част, в който влиза тънкия край на съседната дъсчица. При нареждане глъбът на дъсчиците може да бъде при всички редове от едната страна или пък в единия ред глъбът може да е от ляво, а в следващия –отдясно и т.н. Минимален наклон 27 градуса. [11]



Фигура 190 Гонтова покривка с глъб.





Фигура 191 Гонтова покривка без глѣб. Съседните гонти се покриват с половин ширина.

**Дървени шиндли. (шинди, драни)** от немски Schindel, на английски Shake (shingle)

Дървените шиндли са с клинообразни дъсчици с дължина 40-60 см , ширина 7-20 см, дебелина в долния край 1,5 см и 2-3 мм в горния край. Изработват се чрез цепене от кедър, лиственица, ела, бор, трепетлика и др. Приковават се двупластно или трипластно върху летви или дъсчена обшивка. Минималният наклон на покрива е 30 градуса. Издръжливостта им е до 30 и повече години. В Румъния добре направени покриви с голям наклон издържат до 70 години без обработка и защита на дървесината. На румънския строителен пазар се предлага [богата гама от ръчно изработени дървени шиндли](#).



Два видеоматериала от Румъния за ръчно изработване на дървени шиндли.



Изработване на дъбови шиндли, Англия.



Ръчно цепене на шиндли от червен кедър.



Наковаване на шиндли.

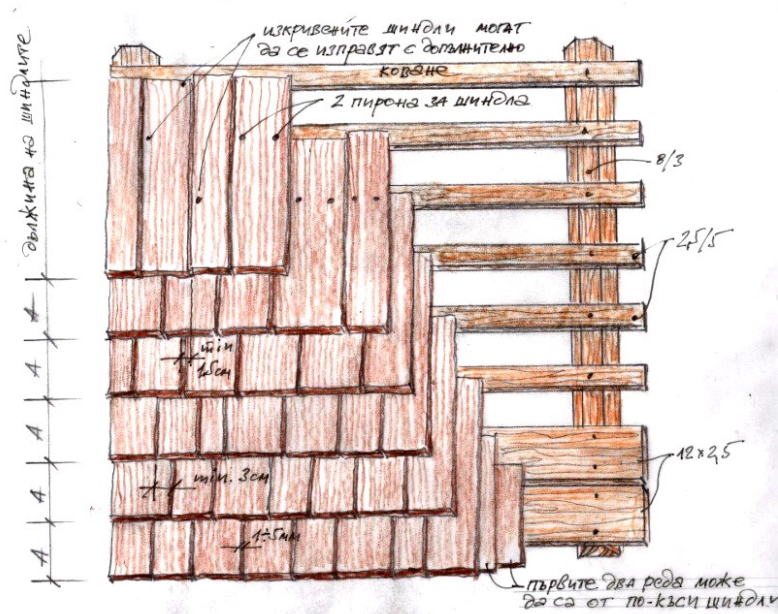


Фигура 192 Стара къща с покрив от дървени шиндли от Тетевен.

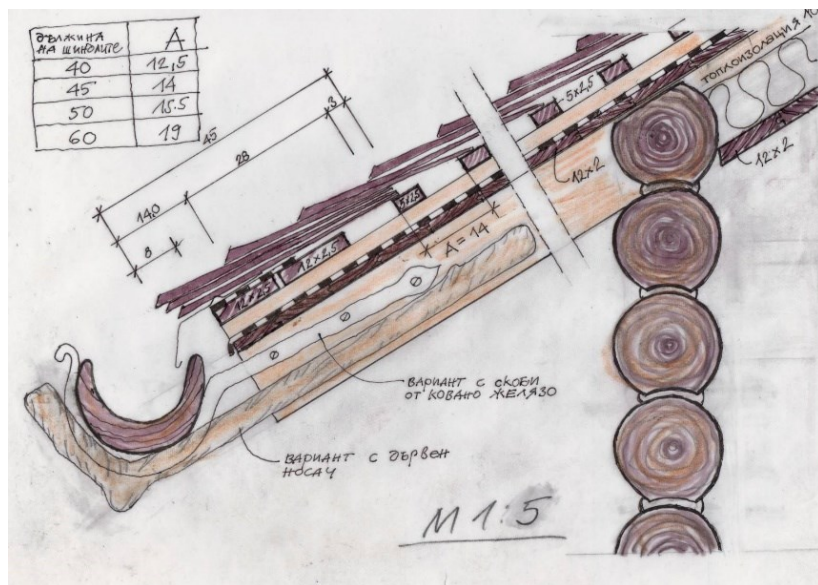


Фигура 193 Покрив от дървени шиндли, музей на селото, Букурещ, Румъния.





фигура 194 Трипластно подреждане на дървени шиндли, изглед.



фигура 195 Трипластно подреждане на дървени шиндли, разрез.



фигура 196 Покрив с дървени шиндли, Австрия.



Фигура 197 Дървена църква, покрита с шиндли, от 1773 г. Музей на селото, Букурещ, Румъния.





фигура 198 Направа на покрив с шиндли, Австрия.



Фигура 199 Оформяне на майа от дървени шиндли чрез подпъхване на допълнителен ред.

### ЗЕЛЕНИ (ЗАТРЕВЕНИ) ПОКРИВИ.

Растенията са били използвани за покриви в продължение на хиляди години, от покриви с чимове или торф в Европа до висящите градини на Вавилон.

Торфеният покрив с хидроизолация от няколко слоя брезова кора издържа 30 години и е традиционен за страните от Скандинавския полуостров. Кората се изрязва от живи дървета на листове около 50/50 см. Листовете се подреждат един върху друг и се притискат с тежест до тяхното изсъхване. Брезите възстановяват отнетата кора за около 5 години, без да пострадат. Листовете кора се подреждат върху дъсчена обшивка и се притискат със слой торф, върху който израства трева.



фигура 200 Торфени покриви, Норвегия. [slavalessy](http://slavalessy)





фигура 201 Детайл от торфен покрив , Норвегия.

В нашата традиция зелен покрив е използван при **уземната къща**, наричана още **землянка, бордей**.



фигура 202 Землянка в с. Ставерци, Плевенско. Снимка Б. Георгиева 1960 г



Фигура 203 Възстановка на землянка в археологичен парк в Драганеши Олт, Румъния.

През последните 50 години тази практика се разви в това, което сега наричаме „зелени покриви“, „живи“ покриви, или еко-покриви. Те са едно ново развитие на екологичното строителство и набират популярност в целия свят.

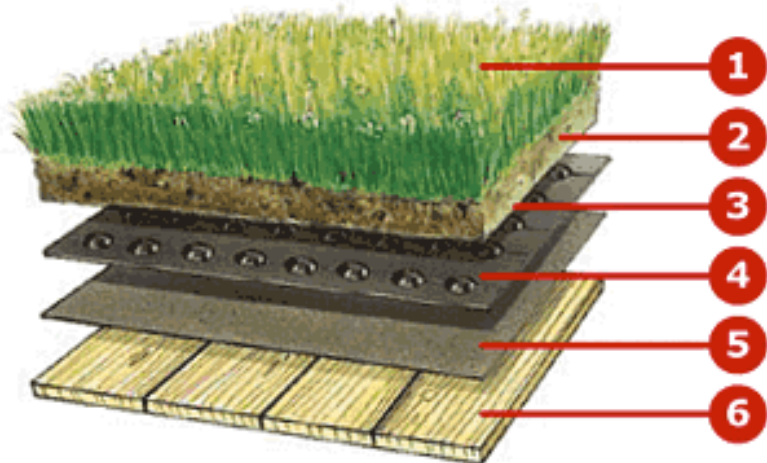
Въпреки че няма стандартна класификация за зелени покриви, те могат да бъдат разделени на два основни типа:

- **Покриви с интензивен живот** – с растения от 30 см до 4,5 метра високи, включително и храсти и дървета. Изискват дълбок почвен слой и издържащи голямо натоварване покривни конструкции. Те поддържат високо ниво на растително разнообразие, но изискват текуща поддръжка и напояване. Те не са подходящи за повечето жилищни сгради.
- **Покриви с екстензивен живот** - включва ниски растения от 5 до 30 см. Те изискват тънък почвен слой. Лесни за поддръжка и могат да бъдат използвани за всякакъв вид покриви, включително и навеси, гаражи, къщи, тераси, разширения и стопански сгради, както и търговски сгради.



И двата вида зелени покрития могат да бъдат използвани за плосък или скатен покрив. Плоските покриви са най-често срещаните и най-лесно се създават и поддържат, но зелените покриви могат да имат и наклон до 45 градуса. При скатните покриви е необходимо внимателно да се решат въпросите с дренажа и предотвратяване свличането на почвата.

Зеления покрив се състои от слоеве, които имитират естествените процеси и защитават сградата и покрива.



Фигура 204 Основните компоненти са:

1. семена и растения- Растения, подходящи за обширни зелени покриви са бързо разпространяващи се нискорастящи видове, устойчиви на суша, с влакнеста коренова система (за защита на покривната мембрана), с ниски изисквания за напояване, подхранване и поддръжка, предимно местни видове без алергени. За съкращаване на времето за засаждане могат а се използват чимове или рула с импрегнирани семена.
2. почвен субстрат- Почвата е хранителната среда и трябва да бъде лека и пропусклива, но и да задържа достатъчно влага за растенията.
3. филтър от геотекстил - позволява оттичане на водата и предотвратява проникване на почва в дренажа.
4. дренажна система - за оттичане на излишната вода. противокоренова мембрана
5. водоустойчив слой (хидроизолация)
6. конструкция

#### Предимства на зелените покриви

- Повишават енергийната ефективност на сградата - охлаждане през лятото и топлоизолация през зимата

- Филтриране и почистване на токсини от въздуха и водата
- Намаляване на емисиите на въглероден диоксид
- Задържане на дъждовна вода и намаляване на вероятността от наводнения
- Намаляване на градските температури и смог
- Изолация срещу звук и шум
- Опазване и увеличаване на биоразнообразието
- Осигуряване на естетични "зелени пространства" и възможности за отдих

Зелените покриви са сравнително нов отрасъл в строителния сектор, но вече са широко разпространени в цяла Европа. Те са най-популярни в Германия, където над 20% от къщите вече са със зелени покриви, и количеството им нараства с 10-15% всяка година. Поради ползите за околната среда, те са включени в строителните норми, предоставят се субсидии и стимули за насърчаване на тяхното развитие и поддръжка. В Токио се насърчават зелени покриви за търговските сгради над 1000 кв.м. В Детройт, САЩ е реализиран 40 000 m<sup>2</sup> [зелен покрив за производствения завод на Ford Motor Company](#).



Фигура 205 Суккулентни растения върху зелен покрив.



## ПОКРИВИ ОТ СЛАМА И ТРЪСТИКА

Покривите от слама и тръстика са били много разпространени в миналото. Днес те се превърнаха в елитарни покриви поради високата си цена и използването на много ръчен труд. Основното им предимство е съчетаването едновременно хидроизолационни и топлоизолационни качества. Сламата и тръстиката създават неподражаема естетика. Големият недостатък на тези покриви е тяхната лесна запалимост. Рискът от пожар води до повишаване на застрахователните полици на сградите. Изработването им е трудоемко и изисква специални умения.

### Покриви от слама

В миналото със слама са били покривани всички типове жилища. Според Хр. Вакарелски „...за покриване се употребява едро измачкана слама, такава, каквато се получава след овършаване на снопите с добитък или ваялък. Само на някои места в Странджа, Родопите и Пиринска област за тази цел си служат с дълга неизмачкана слама, слагана равномерно и гладко или стъпаловидно.“ [20]



Фигура 206 Покрив от слама, Музей Астра, Сибиу, Румъния.



Фигура 207 Къща със покрив от дълга немачкана слама, Странджа, Турция. Снимка Елка Минчева.

Днес набавянето на качествена слама за покриви е трудно. Отглежданите в миналото сортове пшеница са били значително по-високи от днешните. Освен това използването на изкуствени торове намалява качеството на сламата.

Айвър, майстор на сламени покриви от с. Никюп, В. Търновско, предпочита слама от пшеница пред ръж. Той използва дълга твърда слама от спелта, която се жъне в период на восьмична зрялост и се оставя на снопове на полето за 1-2 седмици до пълно узряване. След това класовете се отделят и сламата може да се използва за покрив. Сламата се поставя на слоеве, които се притискат с дървени пръти, притегнати с тел към покривната конструкция. Дебелината на покрива е около 30 см.

При добре уплътнено изпълнение и достатъчно голям наклон (над 45 градуса) един сламен покрив може да живее до 50 години.





Фигура 208 [Айвър](#), майстор на сламени покриви, с. Никюп, В. Търновско.



Фигура 210 Детайл на сламен покрив, с. Никюп, В. Търновско.



Фигура 209 Беседка със сламен покрив, с. Никюп, В. Търновско.



Фигура 211 Специален инструмент, дървена лопата за набиване и изравняване на сламата.

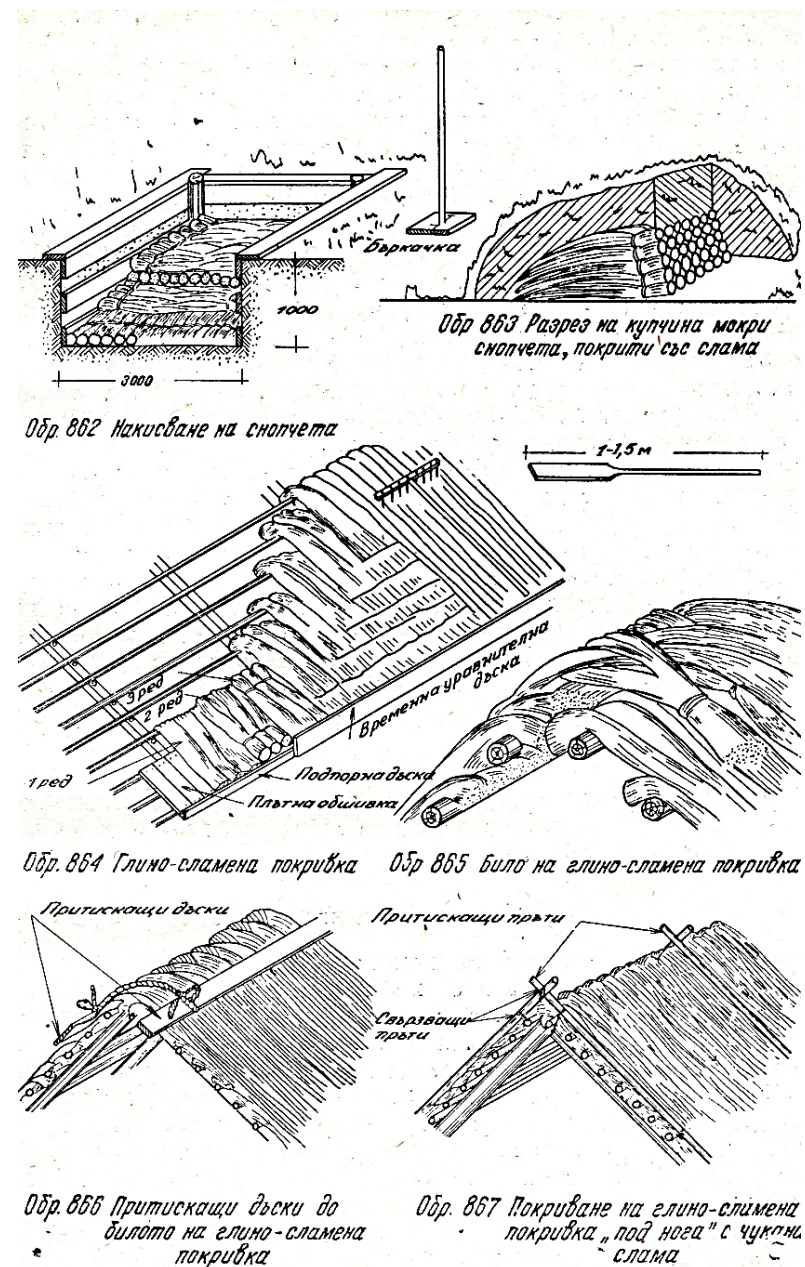


В Русия в селски райони за едноетажни жилищни и селскостопански сгради са употребявани глинено-сламени покривки. Използвани са сламени снопчета от дълга слама (предпочитана е ръжената слама) и тлъста глина с пясъчно съдържание до 15%. Глината предварително се забърква с вода до еднородно състояние с консистенция на течна сметана в изкопани в земята ями. Глинения разтвор трябва да полевпа по сламата без да се стича по нея. Сламените снопчета се подреждат на редове в друга яма. Всеки ред се залива с глинен разтвор, като се отъпква с крака по дължина на снопчетата, за да може глината добре да попие в тях. Накиснатата слама трябва да престои в ямата 2-3 денонощия. Добре накиснатата слама се изважда от ямата и подрежда на купчини за да се оттече излишния разтвор. Така сламата престоява не повече от две денонощия, защото иначе започва да изсъхва, става чуплива и негодна за работа.

Сламената покривка се прави върху хоризонтално наковани през 30 см пръти с дебелина 5-6 см. В началото на ската се поставя челна дъска и се наковава плътна обшивка от дъски, дълги 50-60 см. В долния край на ската сламата се поставя трислойно. Снопчетата от първия слой се развързват, леко се разтърсват и поставят с дебелия край надолу. Вторият слой се поставя също с дебелия край надолу, но без развързване на снопчетата. В третия ред неразвързаните снопчета се нареждат с дебелия краища нагоре. Изравняването на първите три слоя става с временна уравниителна дъска. Всички следващи пътеки се нареждат успоредно на стрехата с дебелия краища нагоре, с отстъп от 5-10 см, като се провисват върху прътите на обшивката с 5-10 см. Снопчетата се развързват, леко се разтърсват, оправят, изравняват и удрят с длан или гладилка. След като се поставят няколко реда снопчета (докато глината по тях още не е започнала да съхне), те се разчесват с гребла отгоре надолу. При движението надолу натискът върху греблото постепенно се увеличава. Прочесаната част на покрива се залива отгоре с течен глинен разтвор и отново се прочесва. Накрая се залива с гъст глинен разтвор, който се приплесква и изравнява с гладилката. Дебелината на глинено сламената покривка е 12-14 см.

За направа на билото се избира най-добрата и мека слама. Билото временно (за 4-5 дни) се затиска с дъски.

В горещи дни, за да се избегнат пукнатини, прясната покривка се закрива с мокри рогозки или разхвърлена мачкана слама. Ходенето по глинено-сламен покрив не се разрешава когато е влажен и неукрепнал. [10]



Фигура 212 Глинено сламен покрив. [10]



### Покриви от тръстика

У нас тръстиковите покриви са били разпространени по поречието на Дунав. Тръстиката се е добивала през зимата, след като опадат листата.

Покривите от тръстика имат по-дълъг живот от сламените, достигащ до 70-80 години. Изработват се от предварително изсушена тръстика, която се привързва към хоризонтални летви през около 28 см. Дебелината на слоя е около 30 см, а минималният наклон – 45 градуса. Теглото на тръстиката е около 130 кг/куб. м, така че покрив с дебелина 30 см. тежи около 39 кг на квадратен метър. Това го прави много по-лек от керемидите и натоварването на конструкцията е малко. Коефициентът на топлопроводимост е 0,20 -0,29 W/m<sup>2</sup>K, което показва много добри топлоизолационни свойства.



Фигура 213 Добруджанска къща с тръстиков покрив. Музей на селото в Букурещ, Румъния.

Съществуват различни начини за закрепване на тръстиката към покривната конструкция.



В миналото са използвани връзки от лико.



В Япония тръстиката се привързва към покрива с въже.



Най-чест днес закрепването на тръстиковия слой става с тел.



В Англия се използват специално приготвени за целта метални крепежни елементи.



фигура 214 Закрепване на тръстиката чрез пришиване. [22]



Съществуват и различни начини за оформяне на билото.



фигура 215 В добруджанските къщи билото се е оформяло чрез срещуположно привързване на снопчета тръстика. Музей на селото, Букурещ, Румъния.



Фигура 216 В Нормандия билото се измазва с глина и върху него се засаждат сукулентни цветя и растения. Снимка [naturalhomes.org](http://naturalhomes.org)

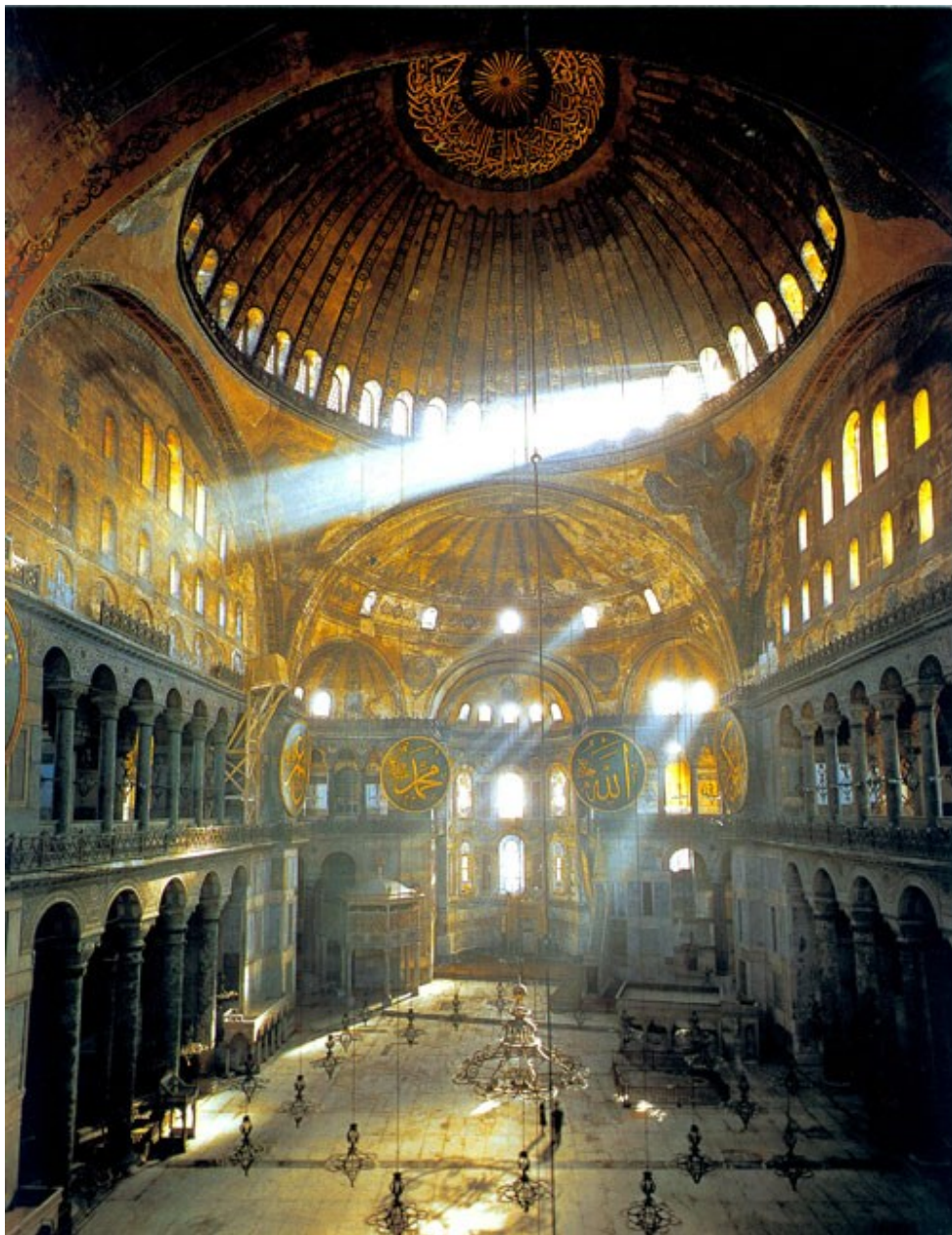


фигура 217 В Англия и Западна Европа за билото се използва дебел слой от слама, привързана с лико, защото тръстиката е твърда и не позволява огъване. Къща в Кокингтън парк, гр. Торки, Югозападна Англия.



Фигура 218 В Япония при така наречения стил „гашо“ билото се оформя с хоризонтално поставени снопи тръстика. Историческо селище Ширакава-го, Япония. Снимка [wikipedia](http://wikipedia)





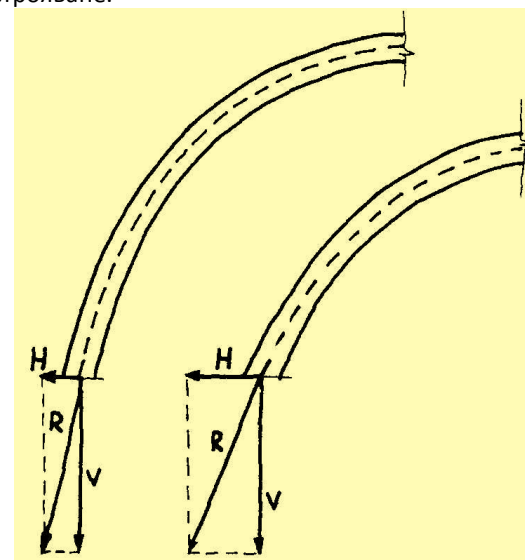
Фигура 219 Църквата „Св. София“ в Истанбул.

## 12. АРКИ, СВОДОВЕ И КУПОЛИ

Това е една обширна тема, която може да представлява обект на отделна книга, но тук ще бъде отбелязана накратко. Арките, сводовете и куполите са познати от древността. Забравеното за тях познание сега се възвраща от любителите на екологичното строителство. Изпълняват се с различни техники – зидани от тухли, формовани от трамбована земя или коб и дори изградени от сламени бали.

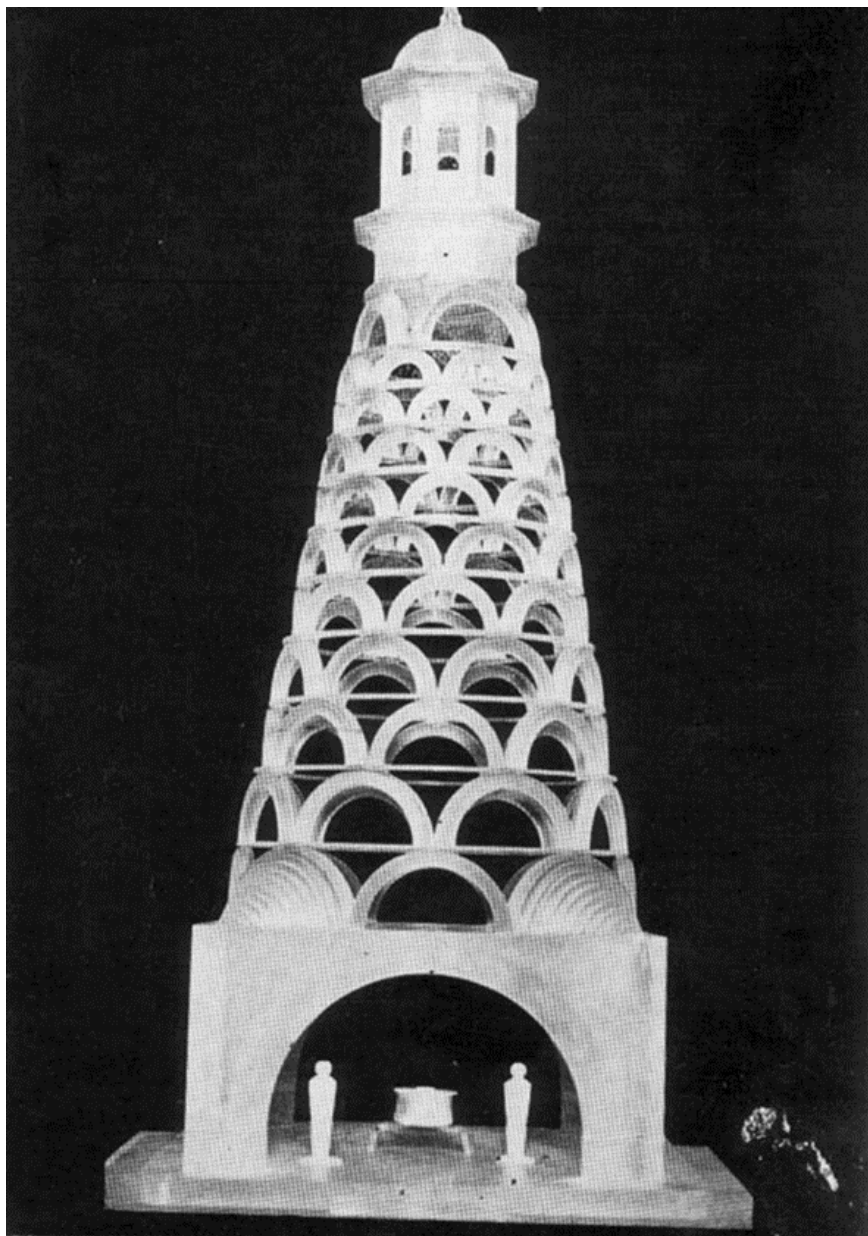
Най-старите познати сводове над гробници и канали са изградени около третото хилядолетие преди новата ера. В XIII в. пр. н. е. вече се строят надземни сводове със светло подпорно разстояние 4-5 м. [23] Античният свят е оставил неповторими шедьоври като Пантеонът в Рим, римският акведукт Пон дю Гар до гр. Ним в Южна Франция, църквата „Св. София“ в Истанбул и др.

Арките, сводовете и куполите са масивни конструкции с дъговидни или други извити повърхнини, в които се предават предимно натискови сили. Тези сили затягат отделните камъни или тухли. Така се образува обща конструкция, при която товарите се предават върху петите (устоите) в наклонена посока. Освен вертикалния товар, в устоите действат и хоризонтални сили. Основната задача за разрешаване при изграждане на арки, сводове и куполи е уравновесяване на хоризонталното усилие. Подценяването на този въпрос е довело до повреда или разрушаване на редица конструкции в миналото. От историята е известно разрушаването на купола на църквата „Св. София“ в Истанбул в резултат на земетресение в средата на VI в., само 20 години след неговото построяване.



Фигура 220 Колкото е по-стръмна формата, толкова по-малка е хоризонталната компонента на силата. [7]





Фигура 221 Макет на конструкцията на магерницата в Рилския манастир. Коминът над огнището има конична форма, преминава през всички етажи и се състои от тухлени арки.

## АРКИ

Арките се използват за покриване на отвори и могат да имат различни форми – кръгла, сегментна, хоризонтална или плоска, готическа, елипсовидна и др. Изпълняват е с помощта на кофражни форми, наричани *кръжила*.

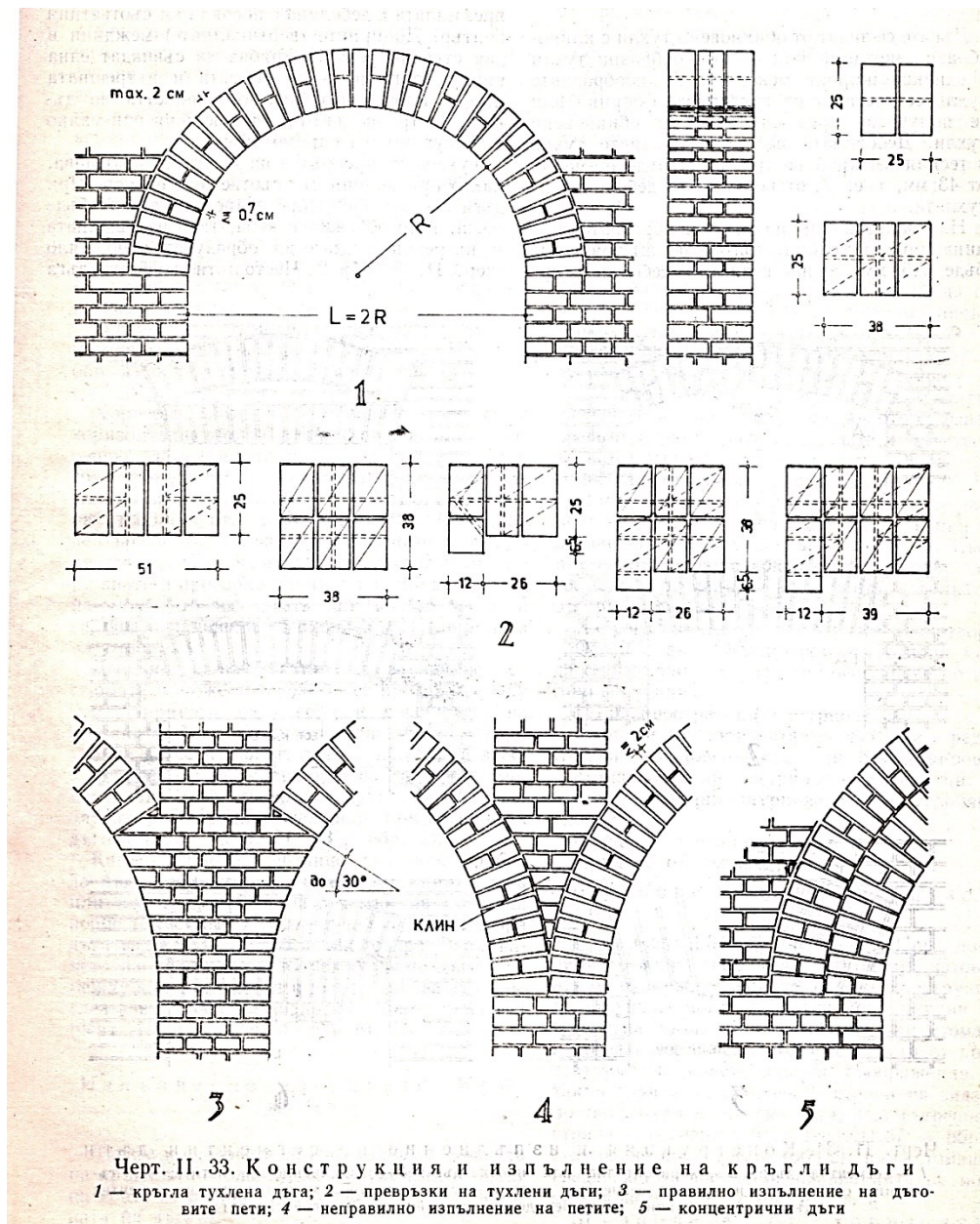
Кръжилата се подпират с двойни клинове, които след завършване на арката се разместват. Така кръжилата се снишават и дават възможност за наместване на арката. Свалянето им става след достатъчно втвърдяване на разтвора (5-21 дни). За да се избегне разтърсването на арката при избиване на клиновете, вместо тях може да се поставят пясъчни торби. Важно е преди сваляне на кръжилата, арките да се подзидат странично поне до  $\frac{1}{3}$  от височината. Зидането започва едновременно от двете страни и завършва с ключов камък в средата така че броят на тухлите, които образуват дъгата е винаги нечетно число. Направлението на фугите се дава с помощта на летва или канап, закрепени в центъра (или центрите) на арката. Зиданите арки се правят от блокове с клиновидна форма и еднакви фуги или от правоъгълни блокове и клиновидни фуги. При клиновидни блокове (тухли) дебелината в тесния им край не трябва да бъде по-малка от  $\frac{2}{3}$  от широката им част. Тухлите се поставят перпендикулярно на кръжилото, т. е. средната им ос да е насочена към съответния център, като фугите между тях преминават през цялата дебелина на арката.

Кръглите, готическите и елипсовидните арки имат хоризонтална пета на височина на устоя. Сегментните арки стъпват върху наклонени пети с посока към центъра. Петите на хоризонталните (плоски) арки се насочват към център, който лежи под тях на разстояние 1.5 - 2 пъти големината на отвора.

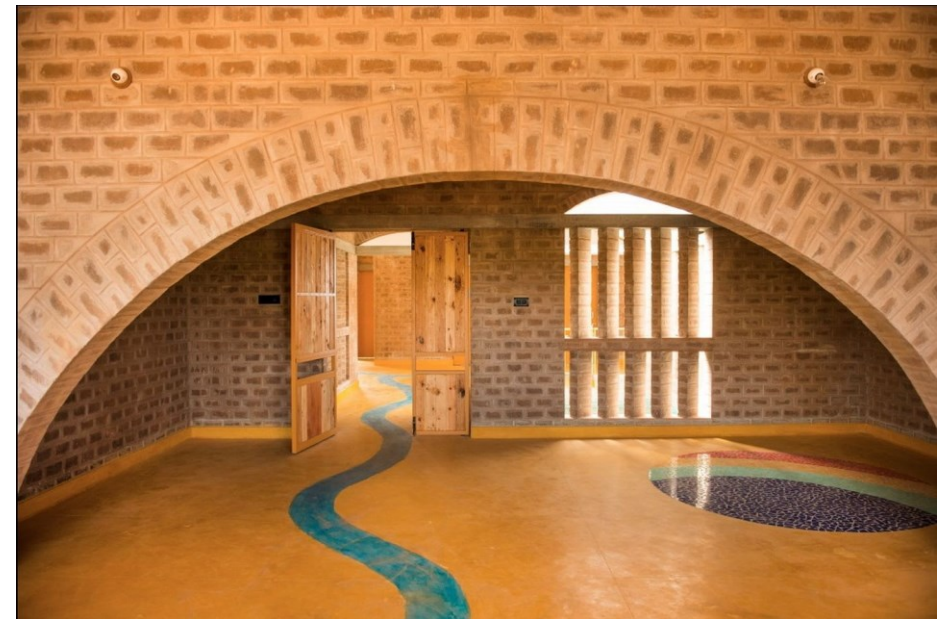


фигура 222 Направа на арка от пресовани земни блокове с клиновидна форма.





Фигура 223 Конструкция и изпълнение на кръгли арки. [11]



Фигура 224 Арка от пресовани земни блокове. Индия. [Biome Environmental Solutions](http://BiomeEnvironmentalSolutions.com)



Фигура 225 Елипсовидна арка (с два радиуса) на отвор 3,0 м.



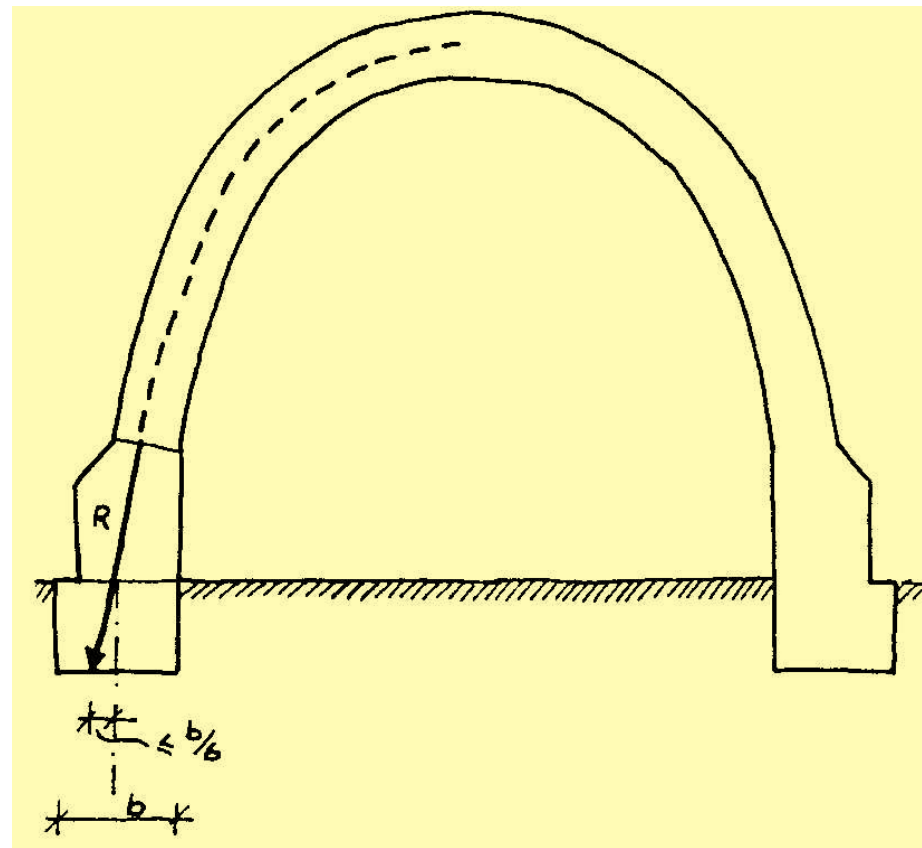


Фигура 226 Демонстрация на строителство на куполи. [Grains d'Isere 2003 Craterre](#)

### СВОДОВЕ И КУПОЛИ

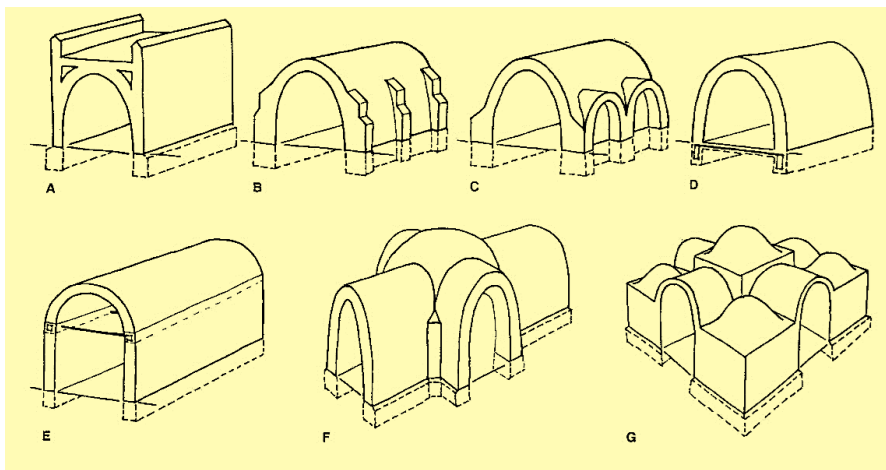
Сводовете и куполите се използват за покриване на пространства с различна форма. Куполите могат да бъдат разглеждани като сферични сводове.

Ако е възможно, добре е сводовете и куполите да се изпълнят след грубото завършване на сградата (евентуално и покриване), когато устоите са се слегнали достатъчно и независимо от атмосферните влияния. Обаче петите трябва да бъдат направени още при изпълнението на зидарията.



Фигура 227 . Съществува основно правило, според което натисковата сила на свода трябва да попадне в средната третина на фундамента, т.е. ексцентричността да не надвишава 1/6 ширината на основата. [7]





Фигура 228 Различни способи за балансиране на хоризонталните сили при сводове и куполи. А) с директно отвеждане във фундаментите; В) с контрафорси; С) с контрафорси, свързани с арки; D) с подова конструкция, например стоманобетонна плоча; Е) с обтегачи; F и G) чрез сводове, разположени под нивото на централния купол. [7]



Фигура 229 За подовата конструкция на хана Хаджи Николи във В. Търново Майстор Колю Фичето използва куполи, стъпили върху арки с метални обтегачи.

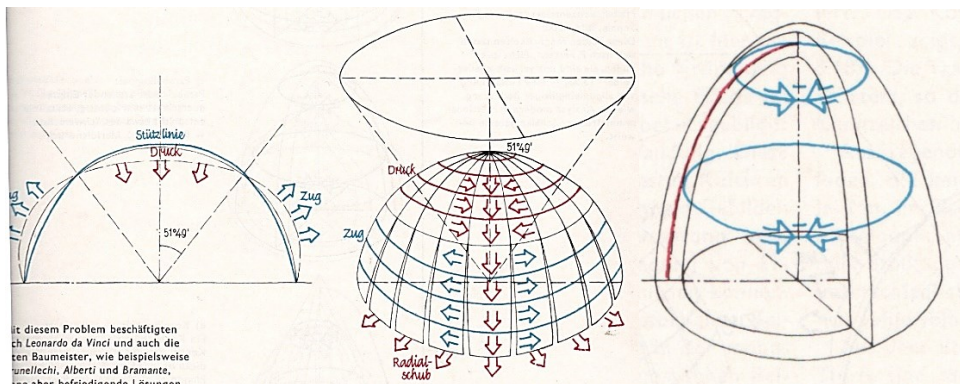


Фигура 230 Строителство на свод от пресовани земни блокове чрез използване на пълзящо метално кръжило. Гр. Бангалор, Индия. [Арх. Читра Вишванат](#)

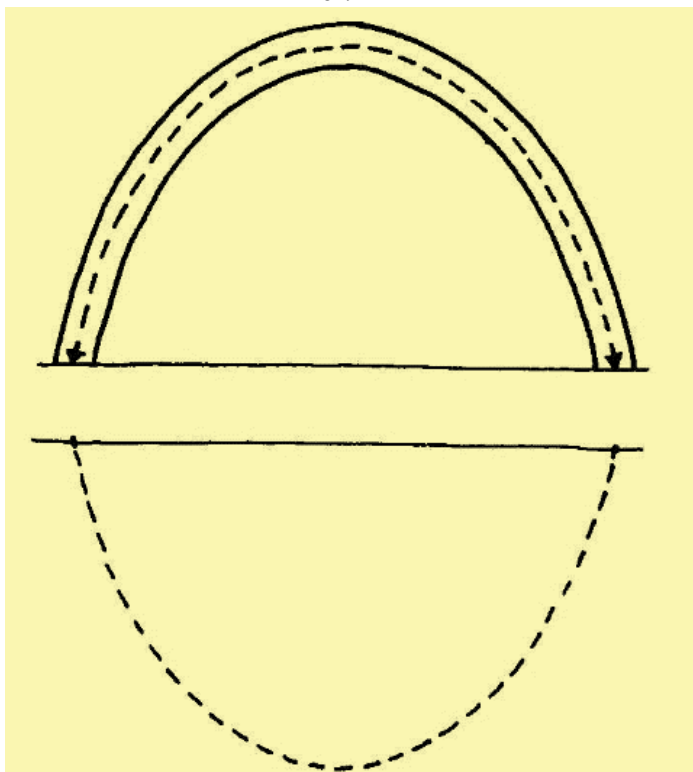
Когато за база служат стени, хоризонталната компонента се поема с големи дебелини на зидовете, с контрафорси или обтегачи.

Сводове от глинеста почва могат да поемат много малки опънни напрежения. Съществуват форми, при които хоризонталните сили се свеждат до минимум. За тяхното проектиране се използва така наречената “верижна линия”. Тази линия се получава от окачена в двата си края и свободно провиснала верига. Антонио Гауди използва този прост принцип. Той изработвал макети от окачена на тавана тъкан, пропита с гипс. След втвърдяване, обръщал обратно получените форми, които служели за прототип на много негови произведения.





Фигура 231 В сферичния купол съществуват натискови (с червено) и опънни (със синьо) усилия. В дясно е показан купол с форма, в която действат само натискови сили.



фигура 232 Верижна линия. [7]

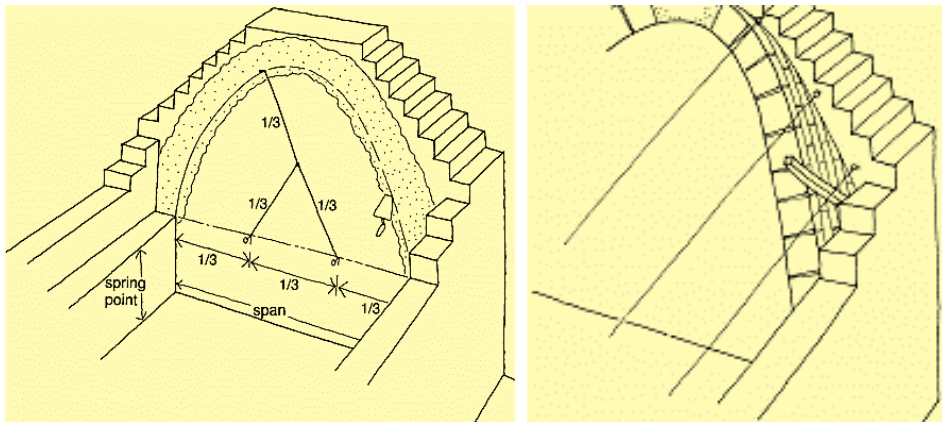


фигура 233 Макет с окачени тежести за получаване на верижната линия, метод използван от Антонио Гауди, музей "Саграда фамилия", Барселона. (сн. Арх. В. Веселинов)

Малко известен факт на днешните строители и специалисти е, че сводове и куполи могат да се изпълнят без кофраж.

**Нубиският свод** е известен от 6000 години. Неговото възраждане дължим на известният египетски архитект Хасан Фатхи (виж стр. 11.) Използва се формата на верижната линия, като височината на свода съставлява от 55% до 70% от дължината на отвората. Зид се без кофраж с наклонени от 65 до 70 градуса редове. Всеки ред представлява наклонена арка, която се подpira върху предишната. Сводове с по-малка височина са типични за Иран, но изискват прецизност в изпълнението и по-голяма якост на натиск на тухлите. Използват се тухли с дебелина 5-6 см. Традиционните размери на тухлите за Египет са 24x14x5 см, за Иран - 20x20x5 см. [8]





Фигура 234 Принцип на изграждане на нубийски свод. За очертаване на линия, близка по форма до верижната се използват три връвчици, завързани в общ възел в единия от краищата, с дължина  $1/3$  от отвора на свода. Височината е 62% от отвора на свода.



Фигура 235 Строителство на нубийски свод. [Siddharth Menon Architect](#)



Фигура 236 Направа на свод без кофраж чрез зидане на редове-арки от ъглите към центъра.



Фигура 237 Направа на свод без кофраж чрез зидане на редове-арки, успоредни на основата (базата).





фигура 238 Изпълнение на купол от коб с укрепване от предварително оплетени прътове, вилно селище Омая (сн. Арх. Б. Буров)



Фигура 239 Изграждане на сферичен купол. Снимка CRATERRE.

**Куполите** се зидат на хоризонтални редове (пръстени) без кофраж. Най-често срещани и най-лесни за изпълнение са сферичните куполи. Използва се подвижен водач от дърво или метал с дължина равна на радиуса, закрепен шарнирно в центъра на купола. След завършването си, всеки ред се самозаклучва и не може да падне. Ако е необходимо, последните редове се предпазват от приплъзване по време на зидане чрез висящи тежести, завързани с канап.

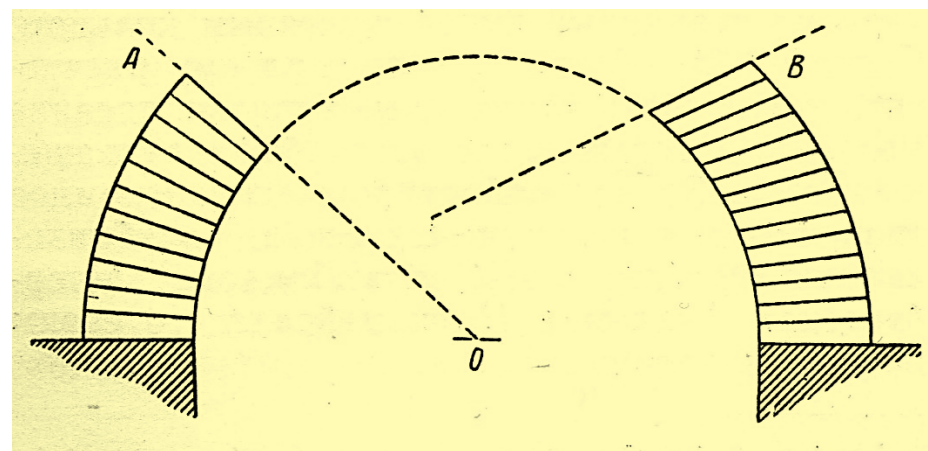




Фигура 240 Строителство на купол от пресовани земни блокове. На преден план се вижда металният водач. На заден план през отворите се виждат висящите тежести, които временно прикрепват тухлите от всеки следващ ред с метални куки. Бангалор, Индия. [Арх. Читра Вишванат](#)

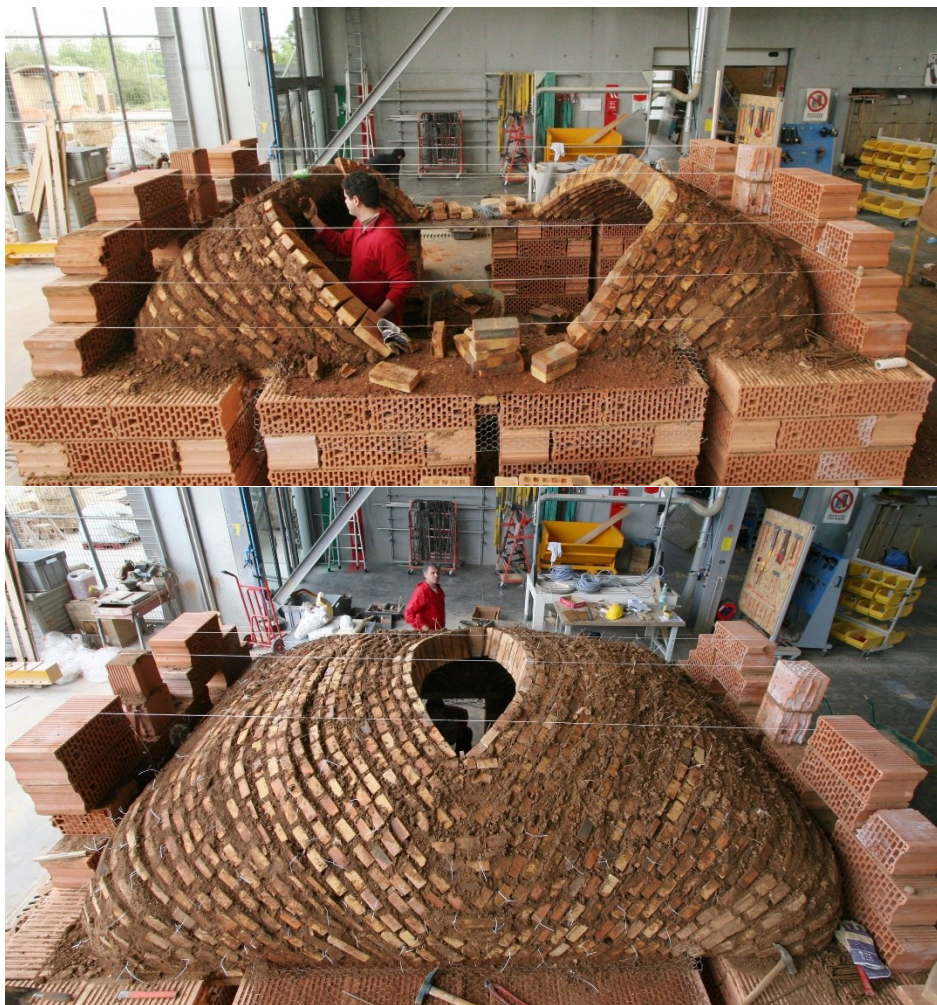


Фигура 241 Купол от пресовани земни блокове. Временното закрепване на тухлените редове става с висящи тежести.



Фигура 242 При римския способ (А) тухлите се полагат по посока на центъра на купола, при персийския способ (В) - за да се намали приплъзването, тухлите се поставят с по-малък наклон.





Фигура 243 **АВГАНСКИ КУПОЛ**. Използва се за покриване на помещения с правоъгълна форма. Състои се от арки, наклонени под 30 градуса. Зидането започва едновременно от всички ъгли докато арките се заключат в центъра на купола. Стая с размери 4/4 м се покрива за половин ден от пет човека. По време на зидането в широката част на фугите се поставят камъчета, които заклиняват реда. Това позволява на работниците да се движат от външната страна на купола преди втвърдяване на свързващия разтвор. Така се избягва направа на работно скеле от вътрешната страна. Снимка [CRATERRE](#)



Фигура 244 Купол от пресовани земни блокове, изпълнен без кофраж.



[Направа на купол от печени тухли без кофраж.](#)



[Направа на куполи и сводове от печени тухли без кофраж.](#)





Фигура 245 Купол с размери 7,32/13,42 м, построен от Джо Файт в къща близо до Феникс, Аризона.

**Тънки черупки с форма на свод или купол** са използвани масово по времето на испанския ренесанс. Още древните римски строители са въвели свод от два слоя тънки тухли. В Термите на Каракала са използвали за първия слой големи теракотни плочи 60x60 см ("pentádon"), за втория - по-малки плочи 2/3 от предишните ("laterculi"). Тази конструкция се споменава в Испания през 1382 г., въпреки че е използвана и преди това в Каталония, Валенсия и Майорка. Наричани са още **каталонски свод** или **Guastavino свод** на името на американския инженер Rafael Guastavino, който ги въвежда в САЩ през 1881 г. За разпространението на каталонския свод в миналото е допринесъл фактът, че опитните майстори са могли да покриват пространства от 4-6 м бързо и без кофраж. Антонио Гауди прилага с голямо майсторство каталонския свод в няколко свои произведения, най-известното от които е катедралата Саграда Фамилия в Барселона. Каталонският свод е използван също по-късно от архитектите Лео Корбюзие и Мис ван дер Рое.

Каталонския свод се изгражда от два или по-вече слоя тънки кухи тухли или плътни плочи. Тухлите са леки и се закрепват помежду си с бързо свързващ разтвор без кофраж. Тухлите от всеки горнен слой се полагат под ъгъл 45 градуса с хоросан върху долния. Като резултат се получава тънка и лека черупкова конструкция.

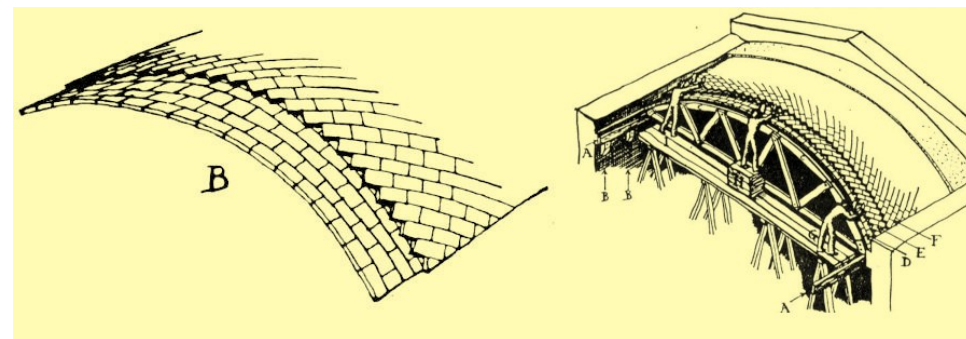
Благодарение на редица архитекти и инженери от цял свят днес каталонския свод се възражда като елегантна съвременна хай-тек конструкция. Най-известен от тях е американският инженер [John Ochsendorf](#).



[Лекция на John Ochsendorf](#)



["Form and Forces" - John Ochsendorf](#)



Фигура 246 Каталонски свод. [scielo](#)

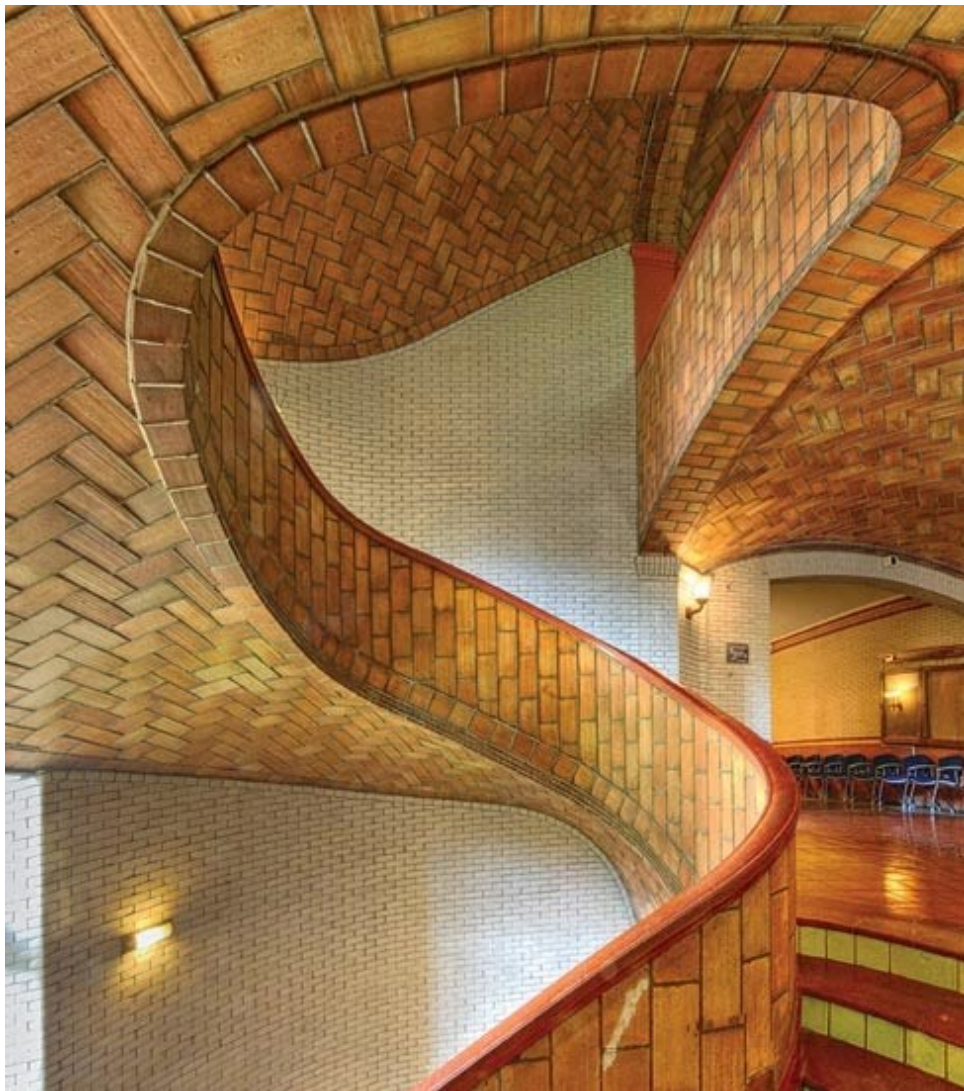


Фигура 247 Каталонски свод в катедралата Саграда Фамилия. Антонио Гауди, Барселона. [gaudiallgaudi](#)

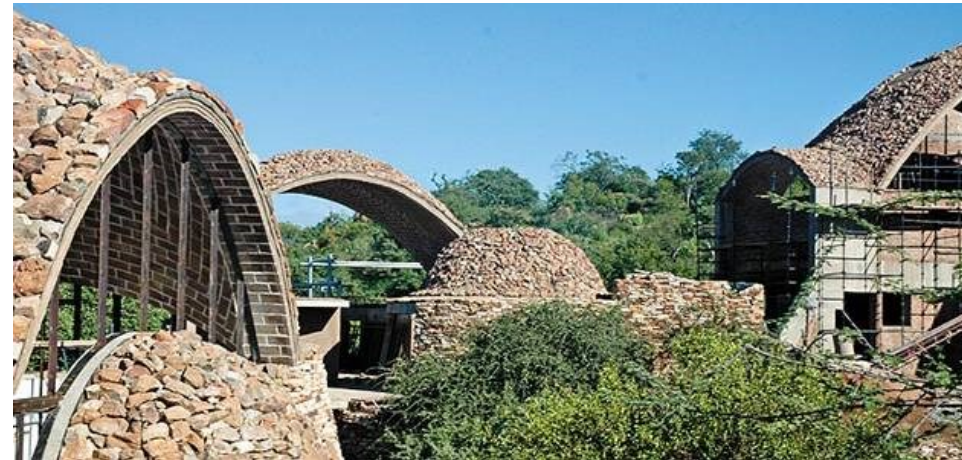


[Направа на каталонски свод.](#)





Фигура 248 Стълбище в университета Карнеги Мелън, САЩ. Черупкова конструкция от тухли 15x30x2,5 см. Този метод е патентован от [Rafael Guastavino](#) през 1885 г. [Снимка от Michael Freeman](#)

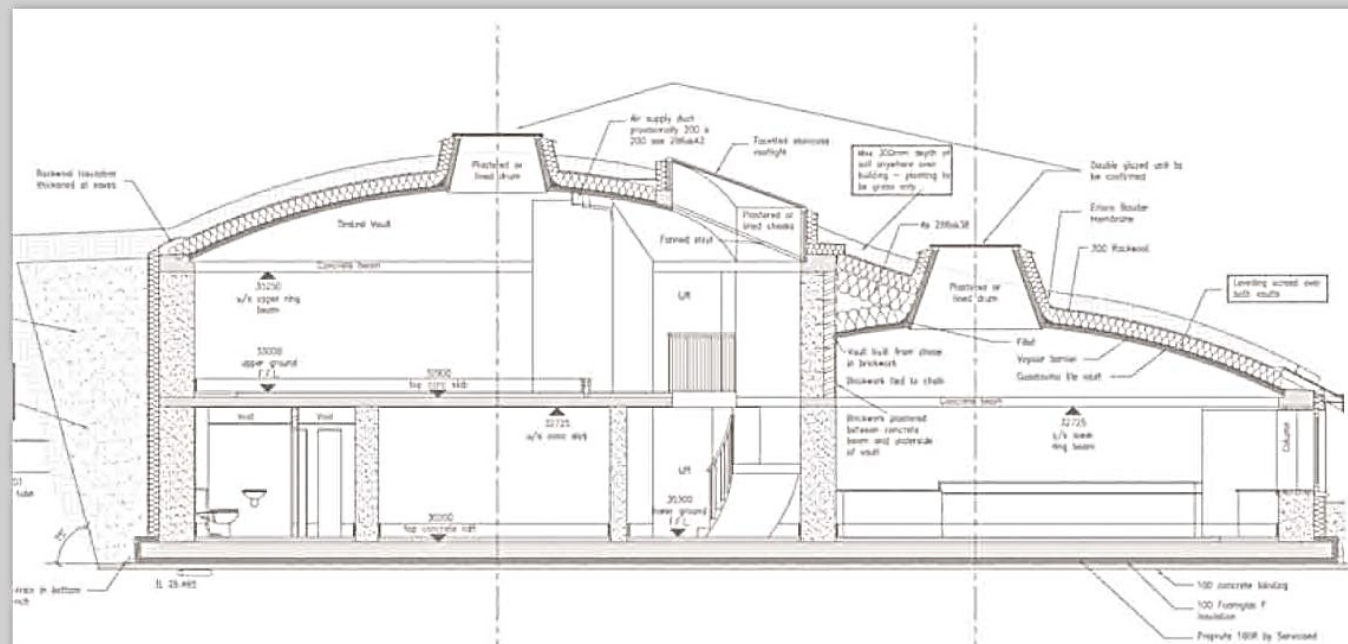
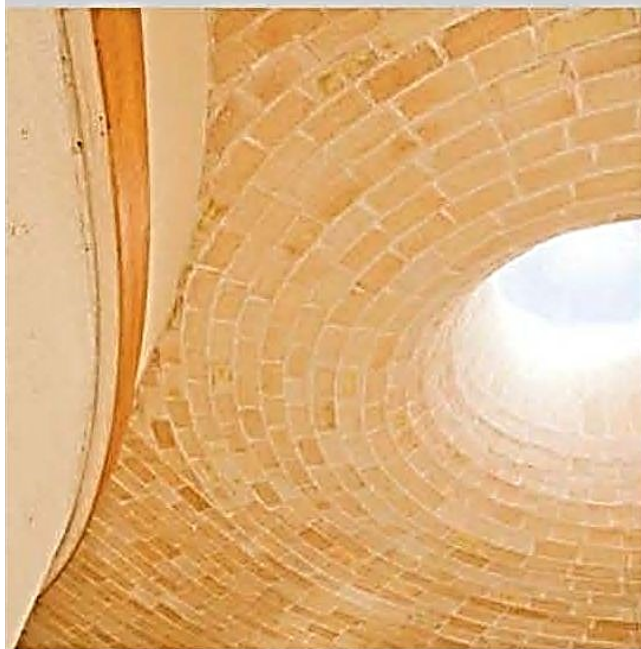


Фигура 249 Черупкова конструкция (каталонски свод), изградена без кофраж от тънки пресовани на място земни блокове с дебелина 10 см. Това е най-известната работа на архитект Peter Rich и инженер John Ochsendorf. Посетителски център в Национален парк Мапунгубве Mapungubwe, Южна Африка. [SMITHSONIAN MAGAZINE](#)



Фигура 250 Куполите са от два слоя тухли, покрити със замазка. Подпорното разстояние достига 18 м. Посетителски център в Национален парк Мапунгубв, Южна Африка.





Фигура 251 Конферентен център [Pines Calyx](#), Дувър, Англия, 2006 г. Двата каталонски купола (по-големият е с диаметър 12 м.) са проектирани от американският инженер [John Ochsendorf](#). Изградени са от три слоя непечени пресовани плочи от местния материал креда. От същия материал чрез метода на трамбованата земя са направени и стените. Постигнат е 80% по-малък въглероден отпечатък от традиционните сгради.





Фигура 252 Хай-тек конструкция от гранит. Паметникът се състои от 32 масивни гранитни блока, прецизно оформени с компютър и монтирани заедно в плитка отворена куполна арка с 5 радиални крила, наподобяваща пръстите на отворена ръка [Collier Memorial](#) , Бостън, САЩ. Архитект J. Meejin Yoon

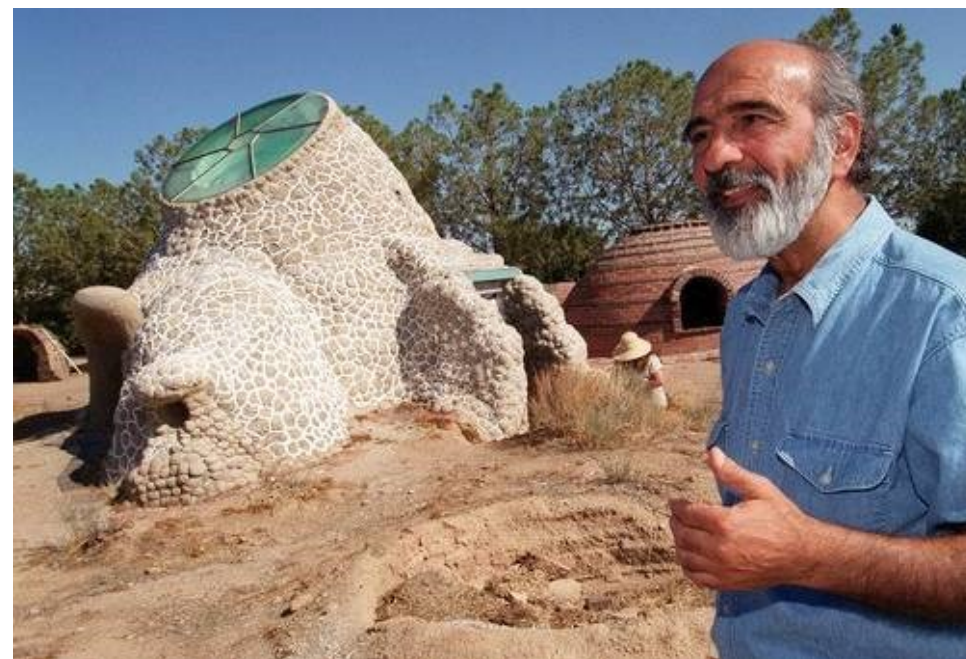
#### СВОДОВЕ И КУПОЛИ ОТ ТОРБИ С ПЪЛНЕЖ ОТ ЗЕМЯ (SUPERADOBE)

Тази концепция е била първоначално представени от американския архитект от ирански произход [Надър Халили](#) по проект на NASA за изграждане на местообитания на Луната и Марс, като "Velcro-adobe". Къси или дълги пясъчни торби се пълнят с пръст на място и се подреждат в дълги редове. За подсилване на връзката между редовете се поставя бодлива тел. Към пълнежа в торбите могат да бъдат добавени стабилизатори като цимент, вар или асфалтова емулсия. Прилагат се старите принципи на вечните форми на арки, куполи, сводове и апсиди с единична или двойна кривина. Тези форми предполагат само натискови сили, които укрепват редовете дин към друг.

През 1991 г. Надър Халили основава неправителствената организация [Cal-Earth](#) (The California Institute of Earth Art and Architecture), която проучва и експериментира този вид строителство. Могат да бъдат използвани торби от естествени и изкуствени

материали. Не се използват торби от юта, ако те са обработени с токсични консерванти, например формалдехид. Предпочитани са синтетични торби с ниска устойчивост на ултравиолетови лъчи. Във временните структури торбите се разграждат от слънцето и земята се връща обратно. Постоянните структури се измазват или ако са използвани стабилизатори в пълнежа, торбите могат да бъдат отстранени. Може да бъде използвана почти всяка земя от мястото.

Конструкциите от торби с пълнеж от земя са преминали тестове за земетръсна устойчивост в Калифорния. Използваните форми са устойчиви на силни ветрове. Техният дизайн и топлинна маса създават удобни жилищни пространства на базата на проверени от времето, устойчива на тежки условия архитектура, като например в родния Иран на Надър Халили.

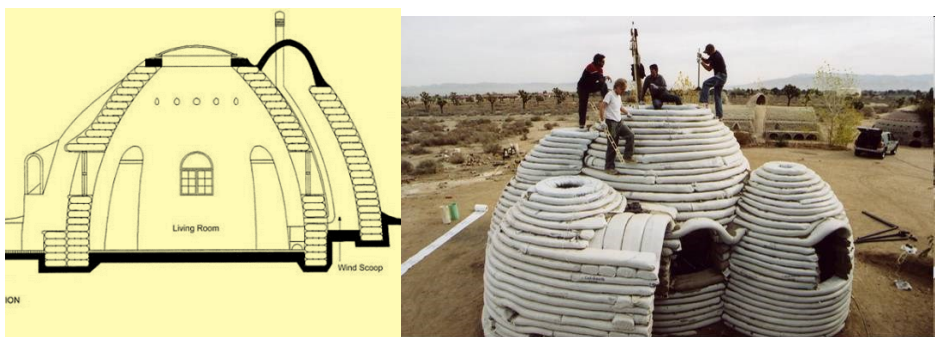


Фигура 253 [Надър Халили](#), основателят на [Cal-Earth](#).





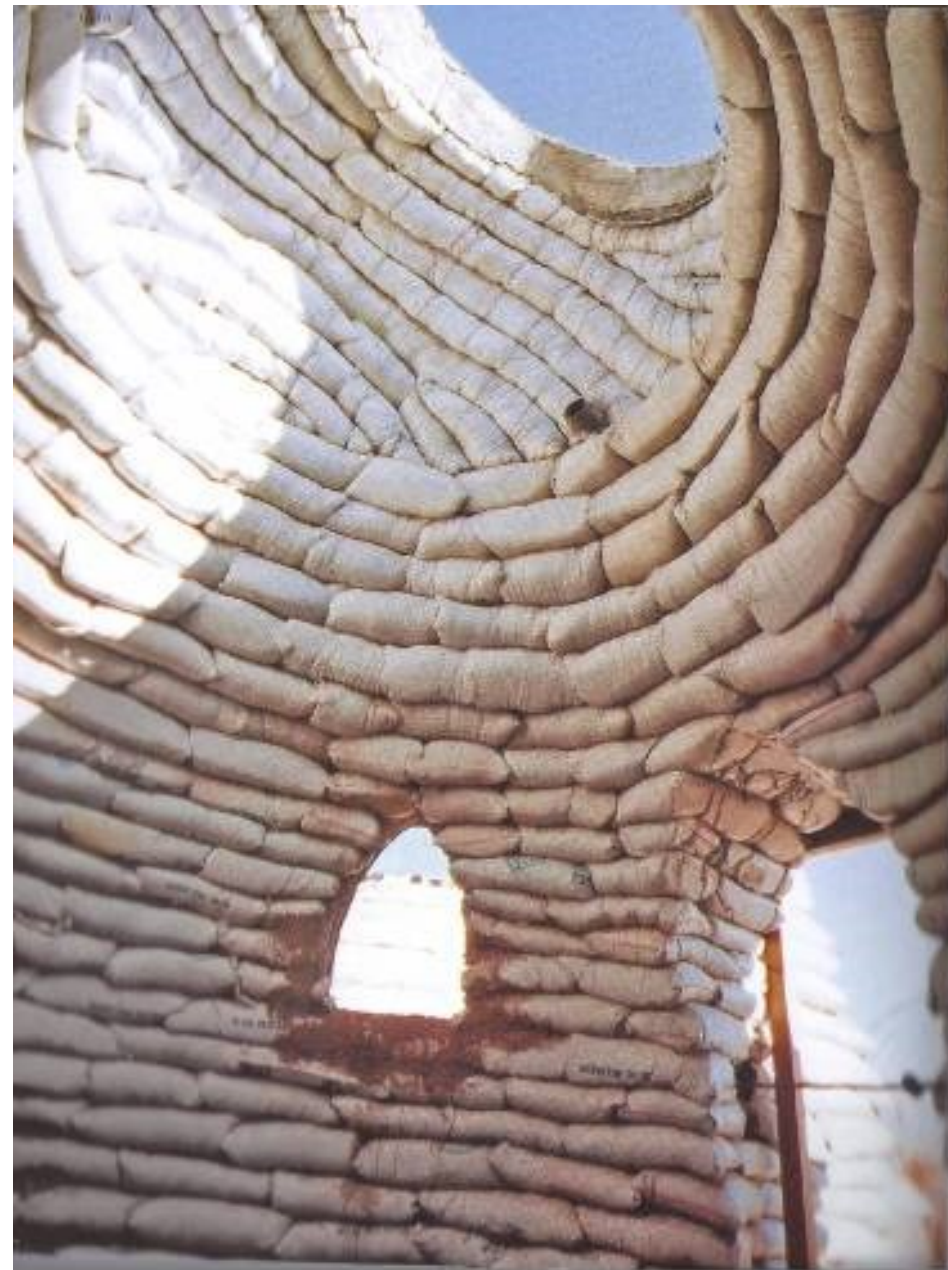
Фигура 254 Строителство с торби с пълнеж от земя. За направа на отворите се използват временни кръжила и подпори.



Фигура 255 Формата на верижната линия позволява създаване само на натискови усилия в конструкцията.



Фигура 256 За предпазване на торбите от слънцето, постоянните структури се измазват.



Фигура 257

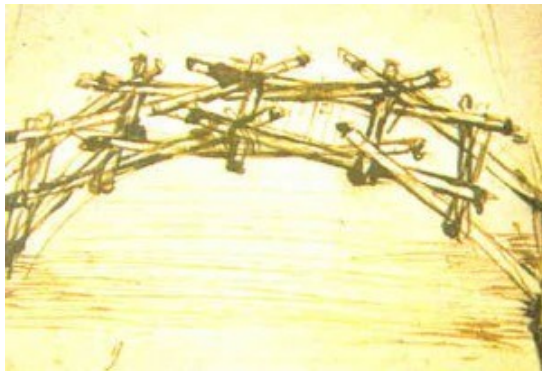


## РЕЦИПРОЧНИ (ВЗАИМНО ПОДДЪРЖАЩИ СЕ) СТРУКТУРИ

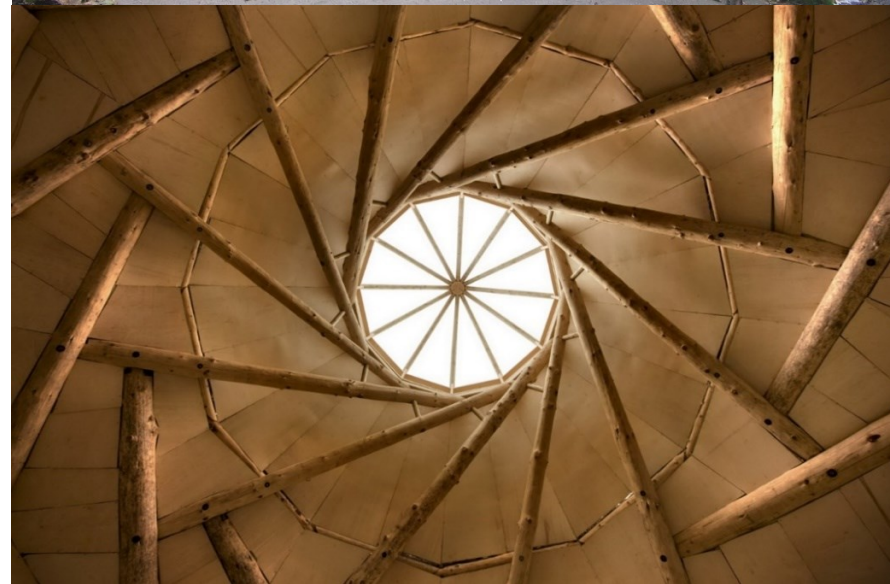
Терминът **реципрочни структури** е въведен от Graham Brown който разви този тип конструкции във Великобритания се използва в смисъл на взаимно поддържащи се структури, защото съставните им елементи (греди, пръти, дъги) многократно се подкрепят един с друг. Най-често се използват за направата на покриви и мостове. Основното им предимство е възможността да се използват сравнително малки и леки еднакви или подобни съставни елементи за по-големи подпорни разстояния.

Реципрочната конструкция е самостоятелно поддържа триизмерна структура, съставена от три или повече полегати пръта (греди), които образуват затворен контур. Вътрешният край на всеки прът лежи върху и е подкрепен от съседния. Конструкциите могат да бъдат опростени (единично реципрочни) или с по-голяма сложност (двойно, тройно и т.н. реципрочни). Единично реципрочната конструкция се състои от взаимно поддържащи се греди, разположени тангенциално като лъчи около централна точка на симетрия и образуват вътрешен многоъгълник. С външните си краища гредите образуват многоъгълен полигон или кръг, носен от стени, дървен пояс или колони. Когато конструкцията служи за покрив, вътрешния полигон може да се използва за горно осветление. Големите структури, изградени като комплексна мрежа от една или на няколко сходни реципрочни единици имат вътрешноприсъща красота, получена от подобие и симетрията на съставните елементи. Проектирането на големи структури е сложна и комплексна задача.

Реципрочните структури са познати от историята. Индианските типове, ескимоската тента и покривът на някои неолитни землянки използват подобен принцип. В Япония има доказателства за будисткия монах Chogen (1121–1206), който използвал спираловидно поставени една над друга дървени греди за строителство на храмове и светилища. Леонардо да Винчи в свои скици е предложил варианти на реципрочни конструкции.

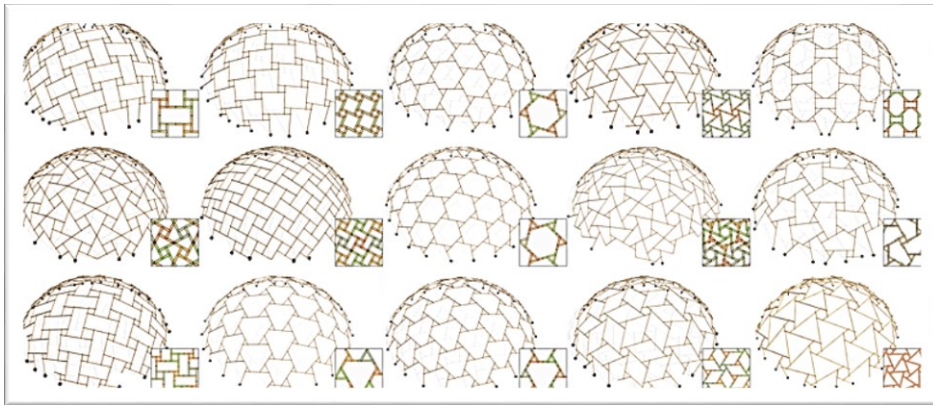


Фигура 258 Скица на Леонардо да Винчи. Мостът вероятно е проектиран за военни цели като временно съоръжение.



Фигура 259 Двоен реципрочен купол с диаметър 8 м в лекционна зала, [Hill Holt Wood](#)





Фигура 260 Различни възможности за дизайн на реципрочни куполи, представени в [Reciprocal Frame Structures Made Easy](#)



Фигура 261 Направа на реципрочен покрив на експериментална сграда със сламени бали в с. Извор, Родопите. [Арх. Николай Маринов.](#)



Фигура 262 Реципрочна конструкция в местност Чатъма на язовир Голям Беглик. [Арх. Николай Маринов.](#)



Фигура 263 Реципрочна конструкция на голяма сцена Trasfiguration 2015 с. Долен. [Арх. Николай Маринов.](#)





Фигура 264 Реципрочен свод, [samanthabush](#)



Фигура 265 Реципрочен купол на [The Bunraku Puppet Theater](#) architect Ishii Kazuhiro.



Фигура 266 Реципрочен купол от бамбук. [tempodivivere](#)





Фигура 267 Покривна конструкция от реципрочен купол с метални обтегачи. Музей на каменната зидария в Япония. [24]



Направа на реципрочен купол от бамбук от студенти от инженерния факултет на университета в Aquila, Италия.



[Сглобяване модел на реципрочен купол](#)



[Сглобяване на реципрочен купол Япония](#)

[Download PDF 30 MB](#) Интерактивен изчислителна инструмент за проектиране на реципрочни структури върху 3D направляваща повърхност, с акцент върху естетиката на дизайна.

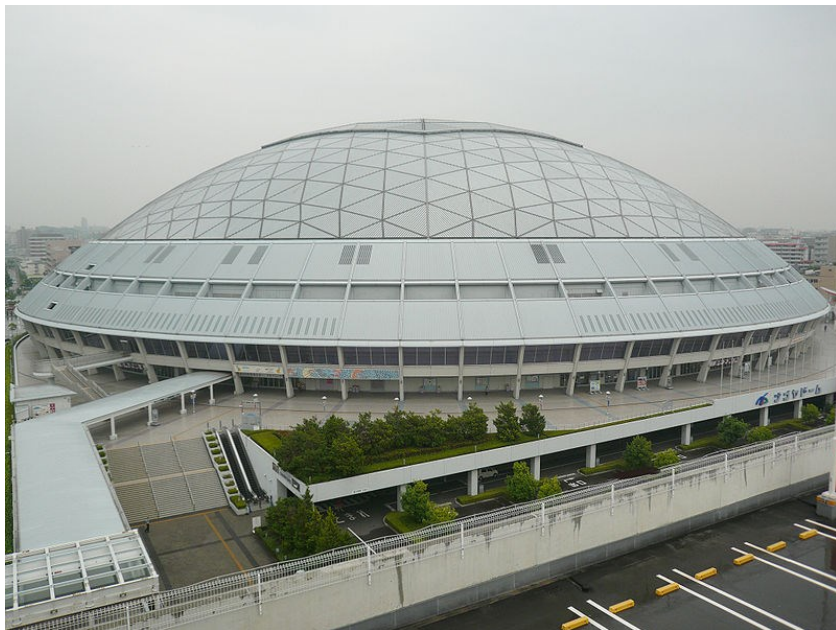
### ГЕОДЕЗИЧЕСКИ КУПОЛ

Геодезическият купол представлява мрежеста черупка с форма на сферичен многостен съставена от пръти. Първият геодезически купол (въз основа на икосаедър) е създаден от немски инженер [Walther Bauersfeld](#) за [планетариума в Йена](#), Германия през 1926 г. Популяризирането на тези структури дължим на американският инженер [Ричард Бакмистър Фулър](#), който ги патентова. През 1967 г. по негов проект в Монреал, Канада е построен [павилионът на САЩ](#).

Геодезическите куполи се прилагат за зали, оранжерии, преносими сглобяеми конструкции, жилища и др. Те са леки и устойчиви на натоварване, вятър и земетръс, имат благоприятно съотношение материал/обем и до 50 м диаметър се сглобяват без използване на скеле и подпори. Могат да се изпълнят от различни материали- метал, дърво, пластмаса, триъгълни панели от дърво или бетон.

Когато куполно пространство се използва за жилище е добре да не бъде разделяно със стени на по-малки стаи. В противен случай се образуват нефункционални остри ъгли, които трудно могат да бъдат обзаведени и ще се получат неестетични и неизползваеми обеми.





Фигура 268 Покривът на [мулти-функционална зала в Нагоя, Япония](#), е най-голямата геодезична структура с диаметър 187.2м



Фигура 269 [Къща от КОБ под геодезически купол близо до полярния кръг в Норвегия](#).



Фигура 270 [Жилищна сграда в гр. Павел Баня](#). Конструкцията на покрива е геодезически купол от II-ри клас с диаметър 7м и покрива 35м<sup>2</sup>. [арх. Георги Рафаилов](#)



### 13. ЗЕМЯТА КАТО ДЕКОРАТИВЕН МАТЕРИАЛ.

Земята е най-старият материал, използван за декорация. Както и в миналото, глина се използва за украса на екстериора и интериора на сградите. Пластичността на материала и богатата палитра от естествени цветове правят на земята много изразителен и лесен материал за работа.

В традиционната българска архитектура глината се използва за направа на орнаменти и боядисване на сгради. В някои стари къщи в Арбанаси, стените и таваните са украсени с релефи от бяла глина. Орнаментите с флорални и геометрични мотиви са боядисани с вар.



Фигура 271 Интериор от Констанцалиевата къща, Арбанаси. В оригиналния си вариант орнаментите по корнизата и тавана са изработени от глина и боядисани с вар.



Фигура 272 Таван с глинени орнаменти от Констанцалиевата къща в Арбанаси.

През последните години отново се възражда използването на земята не само като строителен материал, но също и като материал за декорация. Декоративни функции, независимо дали под формата на релеф, орнаменти или оцветен детайли, са формирали специален клон в дизайна. Те се използват при различни строителни техники и цели:

#### КИРПИЧ И ПРЕСОВАНИ ГЛИНЕНИ БЛОКОВЕ.

При видимата зидария могат да се прилагат различни декоративни мотиви при подреждане на отделните тухли. Те могат да се използват както при носещи стени, така и в пълнежа на паянтови дървени конструкции. Обикновено се следва и подчертава тектонична логика на структурата.





Фигура 273 Носеща стена с декоративна фугирана зидария от пресовани земни блокове.



Фигура 274 Пълнеж с кирпич „долма“ на паянтова стена.



Фигура 275 Два различни мотива при свод от земни блокове. Посоката на отделните редове следва технологичната логика на изграждането.



Фигура 276 Декоративен парапет в Детски екостанционар Бели Брези, Природен парк Витоша . Във Франция този мотив е използван при стени на плевни и позволява вентилация на вътрешното пространство.



Работата на известния марокански архитект Elie Mouyal се отличава с експресивност и дълбоко познаване на формата.



Фигура 277 Les jardins de la lagune, Societe Maghreb (ляво), Hole in One, 2002, Marrakech

#### ТРАМБОВАНА ЗЕМЯ

Старите майстори на света използват тази проста техника за някои от най-красивите чудеса на архитектурата.



Фигура 278 Kasbah Amerhidil , Мароко. Снимка [Linda De Volder](#)

По своята структура техниката **трамбована земя** наподобява естествените седиментни скали. Такива стени въздействат на сетивата ни със своята първична сила. Затова те обикновено не са измазани и се експонират без никаква допълнителна обработка.



Фигура 279 Стена от трамбована земя. CRATERRE



За всеки слой може да се използват различни цветове и пигменти. Размерът и характерът на агрегатите в стената оказват влияние на структурата и също може да бъдат фактор за емоционално въздействие.



Фигура 280 Индиански културен център в Канада [Nk'Mip Desert Cultural Centre](#). За построяването на стената от стабилизирана с цимент трамбована земя са използвани 16 вида земя с различни цветове. Материалът е доставен от райони, обитавани от 16 индиански племена.

Параклисът на помирието ([The Chapel of Reconciliation](#)) е построен през 2000 г. и се намира на мястото на бившата Берлинска стена, наричана още "ивица на смъртта". Изграден е изцяло от трамбована земя и е издигнат върху основите на едноименна църква, която е била взривена от властите на ГДР през 1985 г., поради "национални мерки за сигурност". Първоначалното предложение на младите архитекти Rudolf Reiterman и Peter Sassenroth предвижда използване на бетон и стъкло, но общността възприема тези материали за аналог на репресивната стена, разделяла града. Така те са избрали алтернативните дърво и земя. В миналото срещу имота на църквата е имало кариера за добив на глина. В стените са вградени парчета от тухлите на разрушената църква, които се виждат от хората и им напомнят за бурната история на мястото. Елипсовидната форма на сградата е очертана със стена от трамбована земя със 7.2 м височина и 60 см дебелина. [25]



Фигура 281 Параклисът на помирието в Берлин.





Фигура 282 Параклисът на помирението в Берлин. Вградените парчета от тухли на-помнят за разрушената църква.

### КОБ

Коб е най-старата земна строителна техника, използвана от хората, тъй като не изисква специални инструменти и оборудване. Земята е смесена с вода и слама чрез отпъкване с крака и оформена с ръце като скулптура. Така човекът оставя част от душата си. Може би това е причината в днешното постиндустриално общество много хора да преоткриват техниката *КОБ* като алтернатива на промишлени продукти. Собствениците най-често се проявяват като хора на изкуството. *КОБ* позволява по-голяма свобода на личното изразяване чрез цветовете и форми.



Фигура 283 Декоративни стени от коб в къщата на [Сюзан Хаган](#), с. Хотница.





Фигура 284 Декоративни стени от коб в къщата на [Сюзан Хаган](#), с. Хотница.



Фигура 285 Декоративни стени от коб в къщата на [Сюзан Хаган](#), с. Хотница.

#### ГЛИНЕНИ МАЗИЛКИ И БОИ.

Засиленият интерес през последните години към глинените мазилки и естествени бои е породен не само от ползите за околната среда и здравето. Те задоволяват нашето вродено и естествено желание за красота. В Европа има няколко фирми, които предлагат богата палитра от глинени мазилки и бои. Много дизайнери ги предпочитат за декорация не само за жилищни сгради, но и ресторанти, офиси, банки и други сгради. Поради наличието на материали и лесния нискотехнологичен процес, много собственици предпочитат сами да подготвят и изпълняват глинени мазилки и бои. За стабилизиране могат да се използват някои забравени естествени добавки, като казеин, яйца, мляко, кравешки тор и др. Глината може да се намери в много различни цветове- жълто, оранжево, кафяво, бяло, сиво, дори зелено и лилаво. Което означава, че може да се използва като свързващо вещество и пигмент за множество различни цветни мазилки.



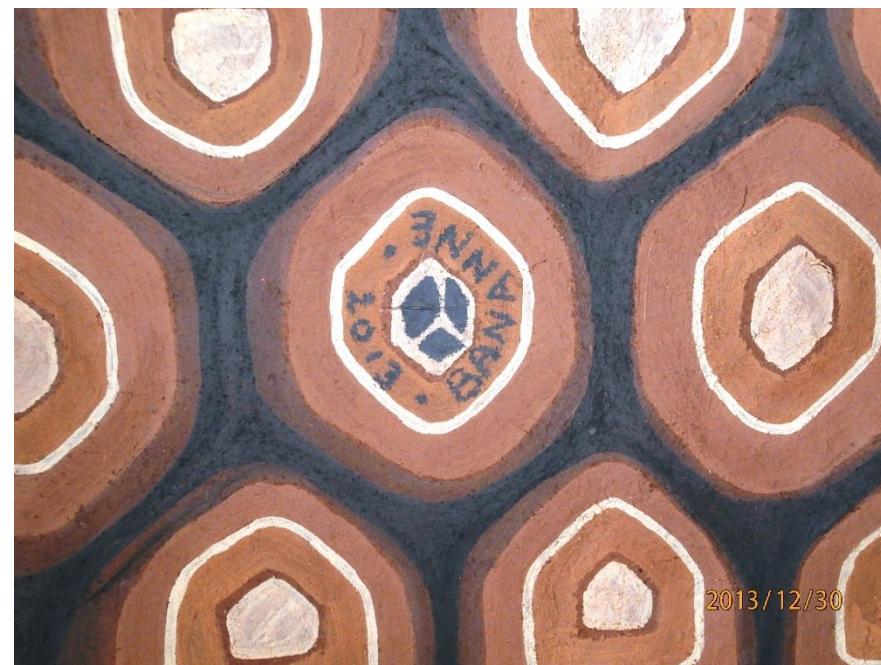


Фигура 286 Глинени мазилки и бои в къща на Сюзън Хаган, с. Хотница. За получаването на някои цветове към глината са добавени и оксидни бои.



Фигура 287 Глинени жилища с геометрични мотиви, Буркина Фасо.  
[inspirationalconnections](http://inspirationalconnections.com)

Глинените бои се получават лесно. Земя с желан цвят се разтваря с много вода и се оставя да се утаи поне 8 часа. Излишната вода се излива внимателно и се използва най-горният фин слой от глина. За получаване на тъмни нюанси могат да се добавят и сажди.



Фигура 288 Рисунка с глинени бои върху глинен мазилка.

### ТАДЕЛАКТ

Таделакт е водоустойчива варова мазилка, която се прилага за външни и вътрешни стени и подове. Произхожда от Северна Африка и е традиционно покритие на дворци, хамами и басейни в Мароко. Таделактът се нанася върху основа от варо-пясъчна мазилка. Представлява смес от вар и каменно брашно или фин пясък. Нанася се на тънък слой и се полира с фин речен камък преди окончателното изсъхване. Накрая стената се третира със сапун, приготвен от зехтин и придобива завършен вид и водоустойчивост.

Таделактът има луксозна, мека и вълнообразна структура. Подходящ е както за мокри помещения, така и за зидани печки и мебели от глина.





Фигура 289 Полиране на таделакт.



Фигура 290 Таделакт, изпълнен от [Росен Мутафчийски](#).



Фигура 291 Мивка с покритие от таделакт в къщата на Сюзан Хаган, с. Хотница.



### ГЛИНЕНИ МЕБЕЛИ И ПЕЧКИ

От земя се изработват и различни елементи на обзавеждането като пейки, рафтове и ниши в стените, печки и дори легла. Земните мебели са продължение на скулптурния подход при строителството с коб. Те придават един оригинален и индивидуален завършек на интериора.

Благодарение на огнеупорните си свойства земята се използва за направата на зидани печки и фурни. Те са важен елемент в интериора и тяхната украсата става акцент в обзавеждането.



Фигура 292 Къща в село Лещен.



Фигура 293 Пейка от земя. Източник [Sunseed Desert Project](#)



Фигура 294 Интериор на къща от коб. [arch360](#)





Фигура 295 Зидана печка (джамал) в Констанцалиевата къща, Арбанаси.



Фигура 296 Пещ от къщата на Сюзан Хаган, с. Хотница.

#### РЕЛЕФИ

Изработени от глина релефи подчертават индивидуалния характер на сгради и помещения.



Фигура 297 Релефи, изработени от глина с естествените и цветовете.





Фигура 298 Релефен орнамент, къща на Сюзан Хаган, с. Хотница



Фигура 299 Релефен орнамент, вилно селище Омая.



Релефи, изработени от глина са част от традиционната култура на най-голямата етническа група в република Бенин наречена Фон. В своята столица Абомей те са изградили забележителен комплекс от глинени дворци които са представлявали център на бившия кралски политически, социален и религиозен живот. Материалът за барелефите е добит от термитници. Глината съдържа стабилизиращи органични съставки, отделени от термитите-строители. [26]



Фигура 300 Глинен барелеф в Абомей, Бенин.



Фигура 301 Материалът за барелефите е добит от термитници.

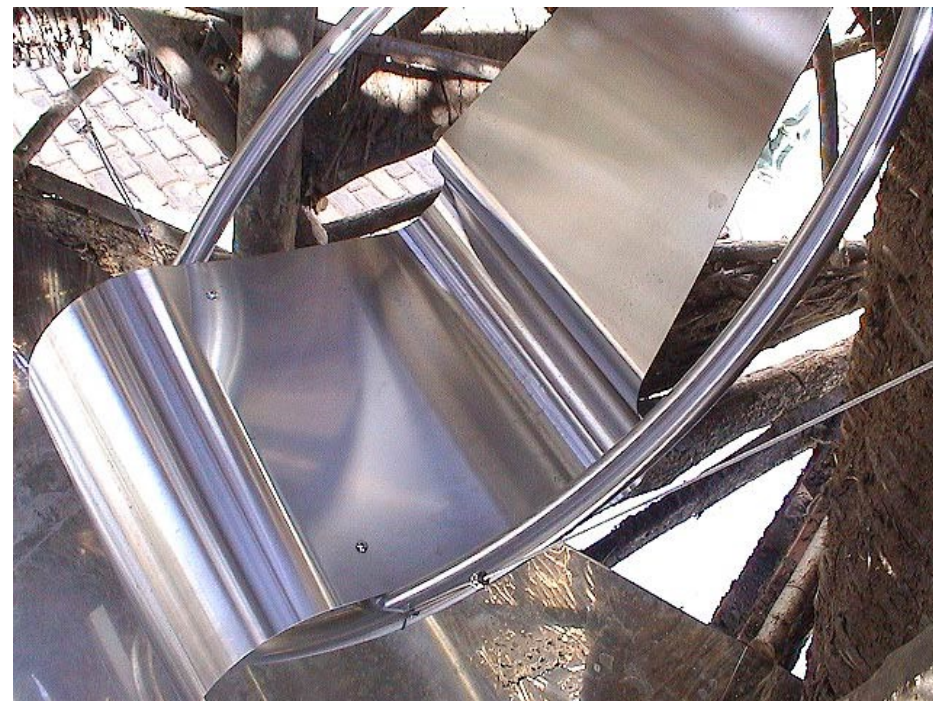


## СКУЛПТУРИ

Скулпторът [Павел Койчев](#) предпочита като основен материал за някои свои работи плет, измазан с глина и кравешка тор. Изненадващо през 2001 г. в съавторство с арх. Бойко Кадинов той представи в центъра на София арт-инсталацията **"Обиталището"**, едно място за размисъл и медитация, изградено от глина, дърво и метал. Тази скулптура е своеобразно търсене за преодоляване на загубата на човешка идентичност в сблъсъка между природа и цивилизация.



Фигура 302 Инсталация „Обиталището“. Скулптор П. Койчев, архитект Б. Кадинов



Фигура 303 Стол от инокс в инсталация „Обиталището“.  
Скулптор П. Койчев, архитект Б. Кадинов

**"Градежът"** е друго произведение на Павел Койчев. Представява артистична екологична къща, построена от естествени материали. Първият етаж е изграден изцяло от камък. За вторият етаж е използвана дървена паянтова конструкция с пълнеж от плет, измазан с глина. За обзавеждането на стаите са използвани само природни материали. Скулптурата е защитена с голям прозрачен навес. *„Пластика, която може да се обитава“ - така авторът Павел Койчев нарича своята творба. „Аз гледам на всичко глобално. Защото, когато гоним прогреса ние се отдалечаваме от природата, и това е обезпокоително. Днешните модерни строителни техники и материали са луди. Идеята ми е да се следва естествения подход, нетоксичен и симпатизиращ на природата.“*





Фигура 304 „Градежът“. Скулптор П. Койчев



Фигура 305 Детайл от „Градежът“. Скулптор П. Койчев



Фигура 306 Интериор от „Градежът“. Скулптор П. Койчев



#### 14. РЕСТАВРАЦИЯ НА СТАРИ СГРАДИ

Причините за засиления интерес към старите къщи през последните няколко години са добре известни: селски туризъм, вилен отход или постоянно обитаване. В много села тези къщи масово се изкупуват и преустройват за новите си функции. Изобилието от проекти в тази насока, финансирани по европейски програми е радващ. Тревожен факт е обаче, че са редки случаите, в които ремонтът и реставрацията на старите къщи е направен с нужното умение и уважение към труда на старите майстори. Неудачното използване на съвременни строителни материали и технологии (бетон, стомана, гипскартон, пенополистирол и др.) неизбежно води до унищожаването на най-ценното в старата къща - нейният дух. Безсмислено е да се търсят виновници. Днешните инвеститори, проектантите и строители правят това, което могат. Тях никой не ги е учил да строят с кирпич, да мажат с кал и слама или да покриват с каменни плочи. Времето почти е заличило прединдустриалните строителни техники на нашите предци. Сега в много западноевропейски страни търпеливо се работи за възвръщане на старите умения и занаяти. Там това се превърна в нова индустрия, която се развива с много бързи темпове.

За архитектурата на старите къщи има издадени много книги и учебници, но строителните им конструкции и рецептите на старите майстори все още не са добре проучени. Целта на една реставрация е да запази старият дух на сградата, придържайки се максимално към оригиналните материали и строителни техники. Това е трудоемък, бавен и често скъп процес. Малко са строителите с квалификация в тази област.

Трудностите започват още с *набавянето на материали* за строителството. Добре е да се търсят местни ресурси с минимални транспортни разходи. Добри резултати дава рециклирането на материали от стари къщи (камък, тикли, греди, дограми). За набавяне на подходяща глинеста почва е добре да се събере информация от старите хора в района. Традиционно има различни находища за кирпич, мазилки, огнеупорна пръст и др. Специалистите по добив на дървен материал знаят, че зимата е най-доброто време за тази дейност. Тогава дървото "спи", соковете са слезли долу и след отсичането му то е по-плътно и "работи" по-малко. В старите къщи на Банско, например, още могат да се срещнат дървени греди от мур на над 100 години, които не гният и не са нападнати от дървояди. Гредите на ловния дворец в Ситняково, строен през 1905 г. са обработени с 24 часово изваряване в безир и са в отлично състояние до днес. Любопитни са правилата за сечене на дървета, останали от стари времена в Тирол и запазени в един препис от 1912 г. Те се свързват с фазите на луната и зодиака. Ето някои от тях: *Ако ще се сече дърво, тъй че да не гние, това да бъде в двата последни дни на март при намаляващи риби. Ако ще се сече дърво тъй че да не гори, има само един ден и той е в месец март, още по-добре след залез слънце – 1 март. Дърво за разбичване да се сече в нарастваща Луна в Риби, така гредите не червясват.* [27]

Според старият майстор Иван Мавров в миналото дървеният материал за строителство е бил добиван *на гинеш месечина* (намаляваща луна). Тогава микроорганизмите в дървото се размножават и умират.

При реставрацията на стари къщи е необходим индивидуален подход с максимално възможно запазване на съществуващото. Да се ремонтират или подменят само повредените елементи като се използват оригиналните материали. Например ако се подменя изгнила гредата е добре да се използва здрава гредата от друга стара къща. Материалът от стари глинени тухли и мазилки може отново да се рециклира. Ако е необходима подмяна на дограмата, да се използва същият вид дърво а не нови материали като пластмаса или алуминий, като се запази съществуващото членене. В много случаи вратите могат да се ремонтират и да се запазят. Ако това е невъзможно, то добре е да се потърсят други стари врати.

**Каменните зидове** са най-пощадени от времето. В повечето случаи зидарията се изпълнява от ломен или речен камък, свързан с глина. Днес майсторите предпочитат хоросан или циментово-пясъчен разтвор, но това не винаги е целесъобразно при реставрирането на старата къща. Ако се изграждат нови каменни зидове е необходимо максимално придържане към съществуващата форма на камъните и техника на градеж. Каменни зидове могат да бъдат изцяло изградени отново, без да се събаря конструкцията над тях. За тази цел се използват телескопични метални подпори за кофраж с които се укрепва (и повдига) лежащата върху зида структура (етаж, покрив и др.)



Фигура 307 За подмяна на каменния зид етажът е подпрян на телескопични метални кофражни подпори. Къща в с. Миндя, В. Търновско.



Повредите в **дървено-паянтовия градеж** са свързани с недостатъците на дървото – гниене, измятане, изместване и др. Често дървените греди са сглобявани без врязване или издълбаване. Най-често гредите само са допрени и приковани. В такива случаи следва при обновяване на дървената конструкция да се изпълнят качествени сглобки без сялопо придържане към оригинала. Гредите обикновено са били дялани ръчно. Това умение вече е загубено, но не невъзможно при желание да се направят дялани греди.



[Ръчно дялане на греди.](#)

#### ОБРАБОТКА НА ДЪРВО С ЕСТЕСТВЕНИ МАТЕРИАЛИ

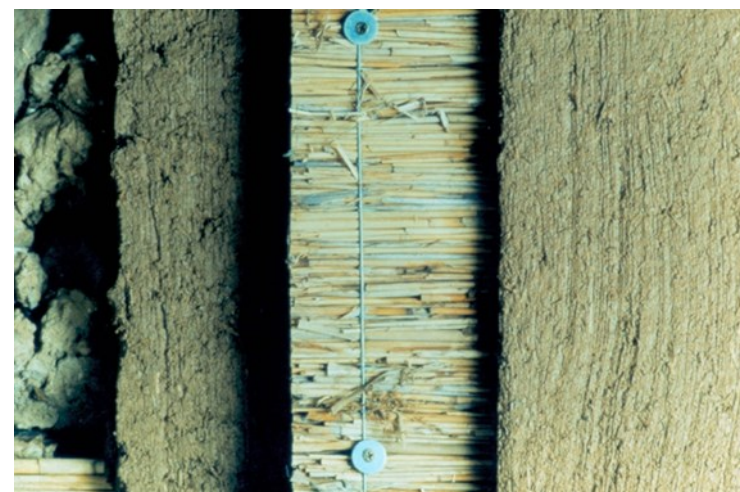
Много често се налага цялостна подмяна на покрива на старата къща. Това дава възможност за някои корекции, ако те не нарушават архитектурния облик. Възможно е чрез подлагане на допълнителни греди да се увеличи етажната височина, която в повечето случаи е ниска за днешното време. Ако стрехата не е достатъчно голяма, то нейното увеличение е препоръчително с оглед на защита на стените. Най-честите повреди по фасадите се дължат на недостатъчно големи стрехи.



Фигура 308 Цялостен ремонт на покрив. [СПОНЕЦ ООД](#)



Фигура 309 Детайл на конструкция от ръчно дялани греди със сглобки. [СПОНЕЦ ООД](#)



Фигура 310 Старите паянтови стени са тънки и не могат да отговорят на съвременните топлотехнически изисквания. Пример за монтиране на тръстикови панели върху паянтова стена.



Старите майстори различавали няколко вида хоросанов разтвор: за зидария, който се правел от по-груб хоросан, съставен от топло угасена вар с примес от малко пясък и едро счукани керемиди или печени тухли (той се полагал в дебел слой); за лепеж (мазане) се правели два вида хоросан: за долния слой – по-едър, а за горния – по-фин, съставен от по-ситно счукана и пресята керемиди. Количеството на вартата е било по-малко в разтвора за зидария (1:4) и по-вече в разтвора за лепеж; най-много вар слагали във фината мазилка (до 1:1). За измазване на цистерните за вода в дворовете на градските къщи, майсторите употребявали водонепропусклива мазилка, наречена „лъок“, в състав: суха, ситно пресята негасена вар и разчепкан памук, смесени със зехтин или шарлан. Тази смес се бърка, докато се образува гъста каша, и се полага в два до три слоя. Същата мазилка била употребявана и за измазване на стените на някои стари църкви, тъй като е особено подходяща за полагане на стенописи. [6]



Фигура 311 Повредите по фасадата най-често се дължат на недостатъчно голяма стреха. Ясно се виждат трите слоя – пълнеж на плетарката, глинена мазилка и фина варова пердашена мазилка. Стената може да бъде реставрирана само с изкърпване на повредените места със същите материали. Снимка Ст. Шишков.

Поправките на пукнатини и повреди по глинени стени е бавен и трудоемък процес. Преди запълване пукнатините се разширяват до 1 см, почистват се и се мокрят до леко размекване. Препоръчва се пукнатините да се запълват с повече от необходимия материал, така че след свиването при сушене пълнителят да може допълнително да бъде уплътнен преди окончателното му изсъхване. По-големите ерозирали повърхности се изстъргват до здрава основа. Мазилката се нанася на слоеве до 1,5 см. Ако трябва са се запълнят повреди с дълбочина 4-6 см, то първо се попълва с парчета от натрошен кирпич, залепени с постен разтвор. При полагане на глинена мазилка върху каменна зидария основата предварително се грундира с варово мляко с малко добавен пясък.

Възстановяването на старата къща изисква познания и умения. В Пловдив през 2001 г. бе създаден Реставрационен център „Данчовата къща“, създаден със съвместен проект между Община Пловдив и Занаятчийската камара от Кобленц, Германия. Самата Данчова къща бе реставрирана по стари строителни технологии – паянтов градеж с пълнеж от кирпич или плет. От Германия бяха доставени глинени мазилки и тюфлеци от тръстика, защото такива продукти не се предлагат на нашия пазар. За съжаление след изтичане срока на проекта този център бе закрит.



Фигура 312 Данчовата къща в Пловдив (дясно) и момент от нейната реставрация (ляво).



### III. ОТОПЛЕНИЕ

#### 1. ОТКРИТИ ОГНИЩА.

Откритото огнище е най-опростения и най-често използван източник за отопление в миналото. Въпреки безспорните си естетически качества и възможността за директно емоционално съприкосновение с открития огън, те имат съществен недостатък – ниска ефективност. Коефициентът на полезно действие КПД на откритите огнища зависи от температурата на външния въздух и намалява от 23% (при 20 градуса на външния въздух) до 0% (при минус 25 градуса на външния въздух). Голяма част от отделената топлина отлита през комина, защото въздушния обем превишава от 10 до 30 пъти необходимото количество въздух за нормално горене. [28] Огнището отоплява само едно помещение.



Фигура 313 Възстановка на глинено огнище в неолитно жилище, Музей в Драганещи Олт, Румъния.



Фигура 314 Средновековно огнище в магерницата на Плаковския манастир до В. Търново.



Фигура 315 Кухненско огнище с пещи в Констанцалиевата къща в Арбанаси.

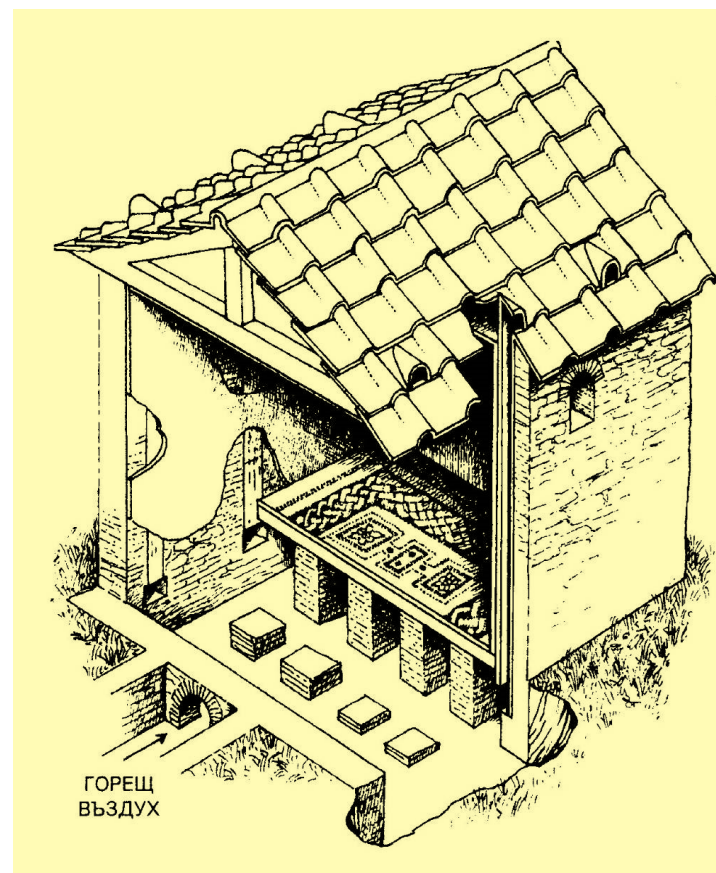




Фигура 316 Открито огнище в Кордопуловата къща в Мелник.

## 2. ПОДОВО ОТОПЛЕНИЕ (ХИПОКАУСТ)

Подовото отопление е познато по нашите земи от времето на Римската империя, където то се появява 100 г. пр. н. ера. Първоначално хипокауст е приложен при затопляне на резервоари за отглеждане на стриди и риба. Скоро след това започва отопляването на цели сгради чрез различни системи от рода на хипокауста. Най-масово се налага така наречения *колонен тип*. Подът на сградата се опирал на колони от керамични плочи, високи до един метър. В образувания под пода кухня преминавал топъл въздух, идващ от горяща наблизо пещ. Топлият въздух излизал на покрива през канали в стените. Така подът и стените се нагрявали равномерно и отдавали своята топлина за дълго време в сградата. Освен колони, за конструкцията на хипокауста са използвани кухи керамични тела, каменни колонки, или арки и сводове.



Фигура 317 Римско подово отопление, Хипокауст.





Фигура 318 Експонация на хипокауст от колонен тип, ротонда “Св. Георги”, София.



Фигура 319 Останки от хипокауст с арки в двора до ротонда “Св. Георги”, София.



Фигура 320 Хипокауст, оформен с отвори с арки в надлъжните стени и сводове над тях. Кюстендил.

В Корея подово отопление, наричано *ондол*, е познато от второто хилядолетие преди новата ера. За разлика от римския хипокауст, в корейския вариант топлия въздух преминава в няколко плитки канала под пода на сградата. Най-старите археологически артефакти за ондол са открити в Северна Корея и са датирани от бронзовата епоха около 1000 г. пр.н.е.

Ондол традиционно се е прилагал в повечето корейски домовете преди 1960. Най-често огнището е разположено извън пространството на сградата и се е използвало за приготвяне на храна. Профилът на каналите е съобразен с местата за натрупване на сажди и образуване на воден конденз. Каналите са изградени от камък и покрити с каменни плочи. Подът е измазван с два слоя глина, между които е поставяна восъчна хартия за подобряване на уплътняването. Като гориво са използвани както сухи дърва за огрев, така и отпадъчна биомаса от селскостопанска дейност.

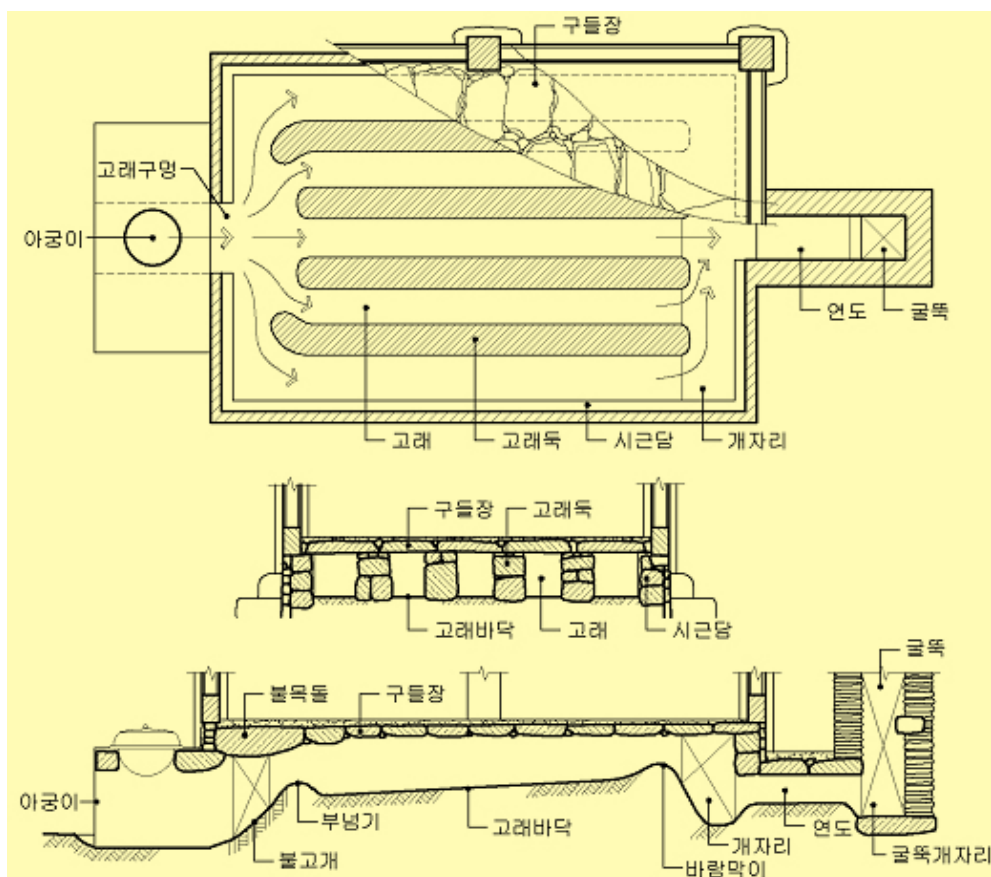
Подовото отопление предопределя една специфична култура на обитаване на пространството; седи се и се спи направо на пода, по-топлите зони близо до огнището са се считали за привилегировани и запазени за старейшини и почетни гости. Имало е случаи на отравяне с въглероден окис, предизвикано от пукнатини в пода.

Съвременното подово отопление се състои от серпентини, през които преминава топла вода. Въведено е от известният архитект Франк Лойд Райт, който е бил вдъхновен от ефективността и комфорта на корейския *ондол*.



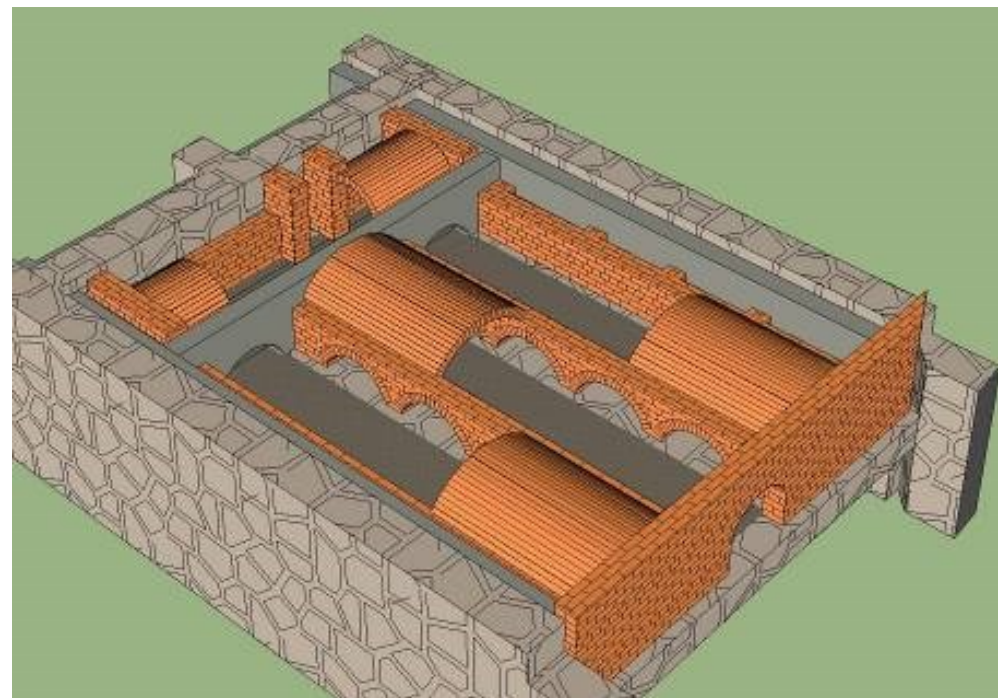


Фигура 321 Принцип на действие на корейско подово отопление ондол.



Фигура 322 План и разрезы на ондол.

Реализираното в Детския екоцентър в Природен парк Витоша подово отопление е съчетание от принципите на римския хипокауст и корейския ондол. Кухината под пода е изградена чрез система от арки и сводове и е реплика на разкрития в центъра на Кюстендил хипокауст на римска баня (фигура ???). Топлият въздух от огнището преминава под пода на по-високата част в чайната и излиза през камин над покрива. Огнището е изградено по подобие на корейските пещи, които съчетават едновременно функциите за отопление и приготвяне на храна.



Фигура 323 Проект за хипокауст в Детски екостанционар Бели Брези в Природен парк Витоша.





Фигура 324 Огнище на хипокауст в Детски екостационар Бели Брези в Природен парк Витоша.

### 3.ЗИДАНА ПЕЧКА (ДЖАМАЛ)

Впечатлен от немските зидани печки, Марк Твен пише: *“Това е най-добрата, удобна и икономична печка, изобретена до сега.”*

Поради своята висока ефективност, достигаща до 90%, в миналото зиданите печки са били разпространени по цял свят. У нас те са наричани още “джамал”. Понякога са служели за отопление на две и по-вече помещения.

Зиданата печка се състои от горивна камера и топлообменна част. Съществуват два типа зидани печки:

- Топлообменната част е същевременно и горивната камера. Традиционно тези печки са свързани с кухненското огнище или пещ. Често топлообменната част се намира в съседното на кухнята помещение и се пали от кухненското огнище.
- Топлообменната част е съставена от канали, с които се удължава пътят на димните газове.

Топлината се акумулира в стените на печката и се отдава бавно и равномерно. В зависимост от типа на печката и нейната маса отдаването на топлина може да продължи от 6 до 24 часа. Запалването обикновено се прави веднъж дневно, като за гориво най-често се ползват дърва.

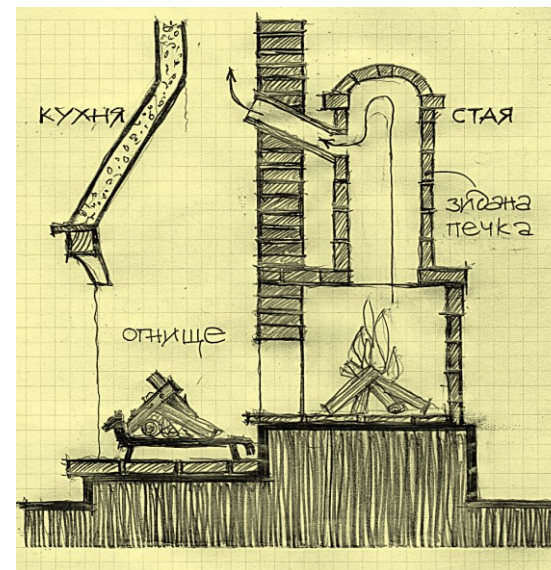
Съществува голямо разнообразие във формата и видът на каналите. (фигура ???) За тяхното почистване и ревизия се предвиждат отвори с метални вратички.

Печките имат два режима на горене. При първият режим става първоначалното запалване, печката е още студена, тягата е по-малка. Горенето е непълно и се отделят воден конденз и сажди. Вторият режим се отнася за пълното горене, когато печката е загрята и тягата е максимална. При проектиране на зидани печки с топлообменна част с канали следва да се предвиди възможност за контролирано превключване от един на друг режим. Обикновено това се постига чрез клапа, която при запалването е отворена и димните газове се отвеждат директно от горивната камера в комина. След като печката се разгори, клапата се затваря и насочва димните газове през каналите на топлообменната част. Чрез втора клапа при запалването се осигурява достатъчен приток на пресен въздух.





Фигура 325 Комбинация между кухненско огнище и зидана печка в едно пространство. Констанцалиева къща, Арбанаси.



Фигура 327 Зидана печка, свързана с кухненското огнище.

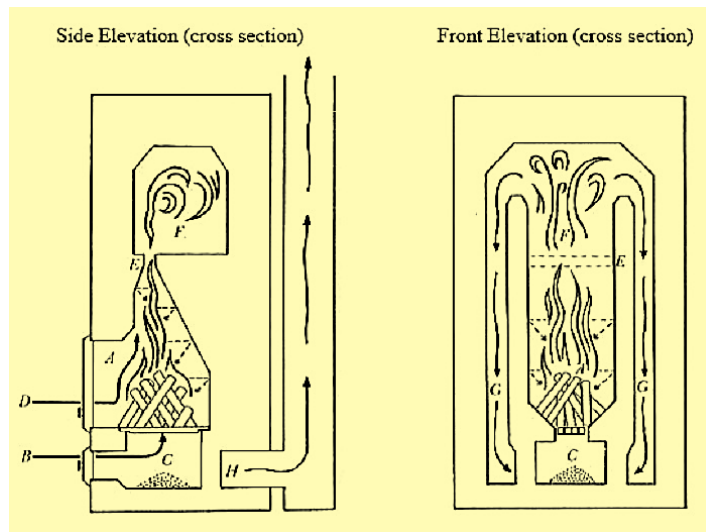


Фигура 326 Зидана печка (ляво), която се пали от обособен килер към коридора (дясно). Констанцалиева къща, Арбанаси.

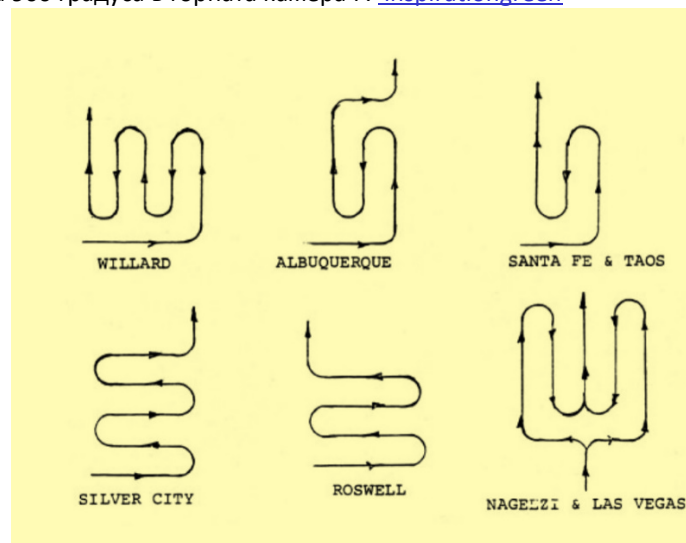


Фигура 328 Традиционна стара зидана печка с плита и фурна за готвене към кухнята и топлообменна част с канали в съседното помещение. С. Миндя, В. Търновско.

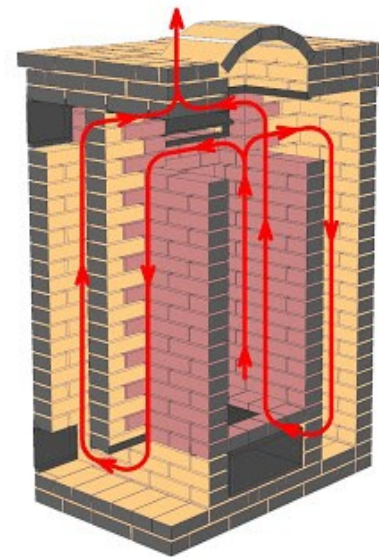




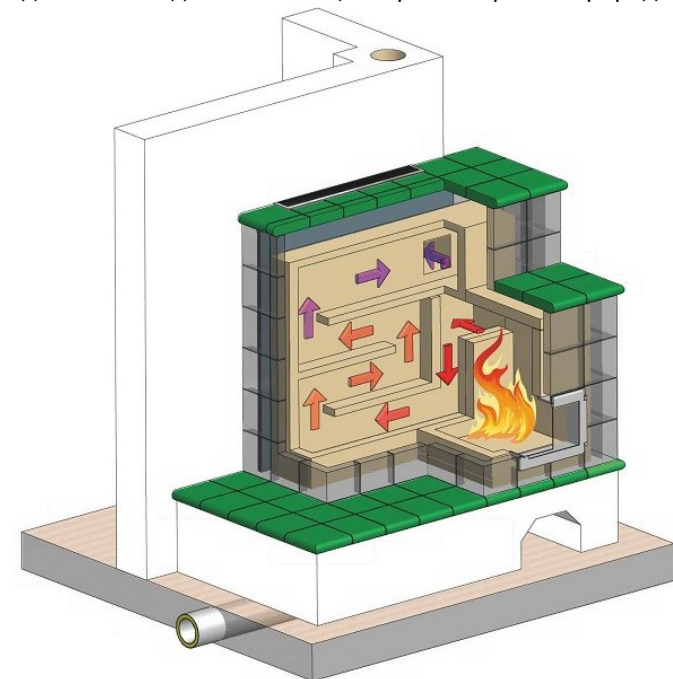
Фигура 329 Най-разпространения тип зидана печка в района на В.Търново и Елена се състои от централно разположена горивна камера и топлообменник със два вертикални канала разположени симетрично отстрани. На схемата е показана печка с двойна горивна камера. Първичното горене с температура 600 градуса става в долната камера А, горещите газове се засмукват през стеснената част Е и изгарят вторично с температура 900 градуса в горната камера F. [inspirationgreen](http://inspirationgreen.com)



Фигура 330 Различни форми на топлообменни канали, експериментирани в зидани печки в Ню Мексико, САЩ. КПД от 85,6% до 89%.



Фигура 331 Зидана печка в детски екоstationар Бели брези в Природен парк Витоша.



Фигура 332 Типична немска кахлена печка. [inspirationgreen](http://inspirationgreen.com)



За горене да се използват само необработени химически, естествени дърва, както и дървени брикети без свързващи лепила. Важно е дървата да бъдат сухи. Сухи се наричат дървата, които имат влажност под 20 %. Това се получава с престой на сухо и проветриво място поне 2 години. Дървата се съхраняват нацепени и подредени, като дебелината им трябва да е между 5 и 15 см.

Предназначението на разпалването е да подгрее стените на горивната камера, димоходите и комина за създаване на тяга чрез стабилен буен огън, без да се налага често отваряне на вратата за донагласяването му.

#### **Препоръчителни дейности при разпалване:**

- Преди разпалването почистете пепелта от скарата.
- Отворете напълно клапите за първичен въздух и за димните газове.
- Отворете клапата за директно отвеждане на димните газове в комина.
- Поставете три нацепени парчета дърва в горивната камера, във формата на пирамида.
- Смачкайте вестник и го поставете в предната част на скарата между дърветата.
- Не използвайте гланцирана или импрегнирана хартия.
- Върху хартията поставете дребни сухи подпалки. За предпочитане са лесно разгарящи се подпалки от мека дървесина или силно насмолена иглолистна дървесина (борина). Подреждайте подпалките така, че да не се срутят и задушат зараждащия се огън. Върху подпалките поставете няколко ситно нацепени дърва. Запалете хартията. Когато хартията се разгори, затворете вратата на горивната камера. Целта е да разпалите печката (камината) от първия опит, с една клечка кибрит, без излишно суетене и многократно добавяне на хартия и подпалки.
- Оставете клапата за пресен въздух напълно отворена, докато пламъкът обхваща цялата горивна камера.
- Половин час след разпалване на печката, клапата за директно отвеждане на димните газове в комина може да се затвори. Тогава горещите димни газове ще се насочат през каналите и ще започнат да загряват целия обем на печката.

#### **Препоръчителни дейности при зареждане с дърва:**

Не очаквайте излъчената от огъня топлина да е постоянна във времето. Дървата изгарят най-добре на цикли. Цикъл е времето от запалването на заредените върху жаравата дърва до тяхното превръщането в нов слой жарава. Всеки цикъл може да осигури отопление за няколко часа в зависимост от това колко дърва и как са заредени.

Никога не добавяйте само по едно-две дървета. По-големият им брой е необходим за образуването на слой жарава, която задържа топлината и поддържа горенето. Дребно нацепените дърва, нахвърляни кръстосано, изгарят по-бързо, понеже постъпващият въздух има възможност да достигне до всички парчета едновременно. Такова подреждане е подходящо при необходимост от интензивно отделяне на топлина. За постигането на продължителен стабилен огън, съберете въглените върху скарата и заредете върху тях компактно по-едри дърва. Плътното, успоредно, нареждане на дървата предотвратява проникването на въздух и пламъци между тях и запазва вътрешността на купа за по-късно изгаряне. Отворете напълно клапата за първичен въздух. Когато най-външните дърва се разпалят, намалете въздуха до постигане на желаната от вас интензивност на изгаряне.

Колко дърва са необходими зависи от мощността на камината и желаното отопление. Количеството сухи дърва за зареждане е 0,36 до 0,5 кг. на час за всеки киловат полезна отоплителна мощност. По малкото число е за по сухи дърва.



Фигура 333 Зидана печка с плота, фурна и теплообменник с канали, Музей Астра в Сибиу, Румъния.



#### 4. РАКЕТНА ПЕЧКА (ROCKET STOVE)

Ракетната печка е нововъведение, което се появява през 80те години на XX век. За пръв път е описана от д-р Лари Винярски от [Aprovecho Research Center](#). До днес са създадени много вариации с различни размери и материали. Основното предимство на ракетната печка е постигане на пълно горене и максимално извличане на топлината чрез увеличаването на въздушния поток. За гориво може да се ползват маломерни дърва и клони от прочистване на гората. Възможно е да се изгради от под ръчни материали в различни конфигурации, да се използва за готвене и отопление. Принципът на ракетната печка е заимстван от аргандовата лампа, патентована през 1780 година, която е сериозно подобрение на традиционната маслена лампа и въвежда стъкло тяло над горящия пламък за увеличаване на въздушния поток.

Недостатък на ракетната печка е необходимостта от по-често зареждане и наглеждане.

Ракетната печка се състои от четири основни елемента- резервоар за гориво, горивна камера, камина и топлообменник.

- **Резервоарът за гориво** е открит и може да бъде разположен хоризонтално за ръчно подаване на дърва или вертикално за автоматично (гравитационно) подаване на горивото. Конструкцията му позволява лесен достъп на външен въздух в горивната камера.

- **Горивната камера** е мястото, където дървата изгарят и е продължение на резервоарът за гориво. Поради конвекцията при изгарянето на горивото, в горивната камера постъпва външен въздух. Конструкцията на горивния резервоар позволява този поток да постъпва отдолу под горящите дървета, вкарвайки и дима от тлеещите дървета нагоре в камината.

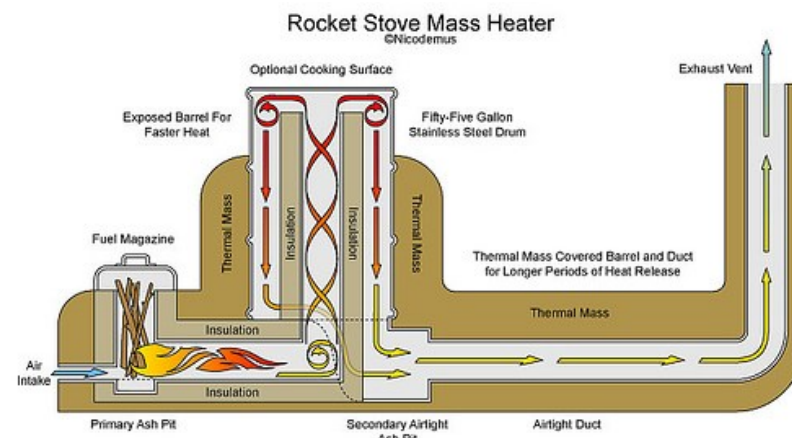
- **Камината („сопло“)** е разположена вертикално над горивната камера и в нея става пълно изгаряне на горивото и летливите газове. За да се постигне максимално висока температура и ефективност на изгарянето камината се топлоизолира.

- **Топлообменникът** зависи от предназначението на печката. Може да бъде система от въздуховоди, готварски плот или бойлер за подгриване на вода.

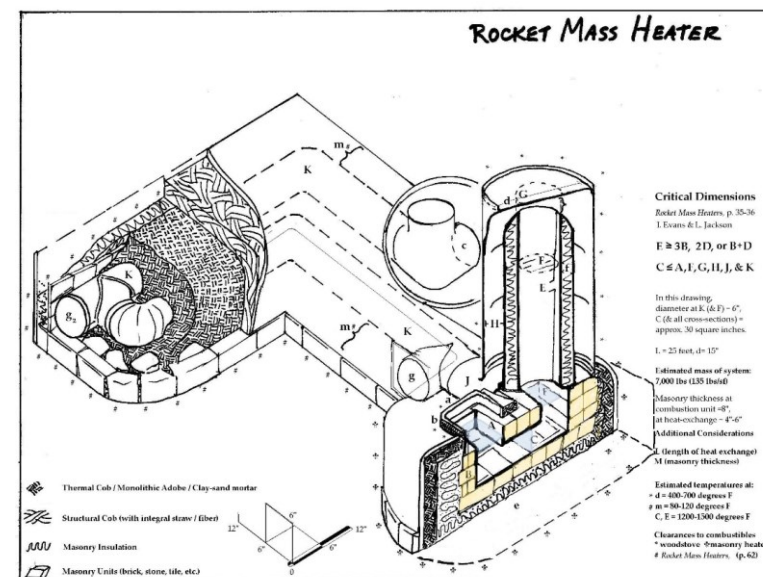
При ракетните печки за отопление на помещения най-чест върху "соплото" е нанизан обърнат 120 литров варел. Димът от варела се извежда посредством серпентина от кюнци преминаващи под глинена пейка.

Кое е по-добро, зидана или ракетна печка? Трудно е да се отговори на този въпрос. Не разполагаме с точни данни за ефективността (КПД) на ракетните печки. Безспорни са предимствата на ракетните печки за готвене на открито. Липсва единодушие обаче по отношение на приложението за отопление на помещения и сгради. Според [tamizsolutions](#), „ Ние не правим повече ракетни печки за отопление, откато

открихме че зиданите печки са много по-гъвкави, функционални и подходящи за нашите цели. Ракетните печки бяха първият ни опит, но зиданите печки са също толкова ефективни и по-лесни за опериране. Ние открихме, че ракетните печки са подходящи за готвене навън през лятото...Но ракетните печки са забавни за хората, които обичат оригинални неща и обичат да играят с огъня.“



Фигура 334 Разрез през ракетна печка. [richsoil](#)



Фигура 335 Схема на ракетна печка. [ernieanderica](#)





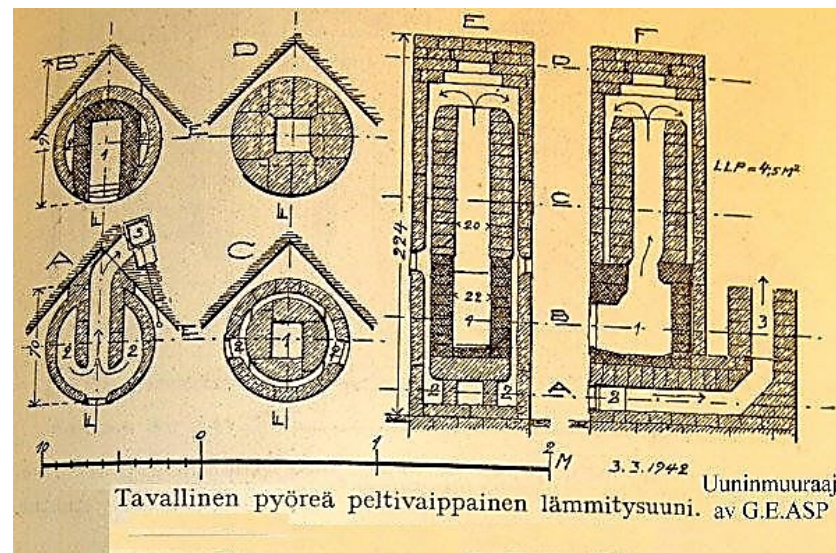
Фигура 336 Ракетна печка с въздуховоди, вградени в акумулираща пейка от глина. [richsoil](#)



Фигура 337 Кухненска ракетна печка с две горивни камери. [permies](#)



Фигура 338 Ракетна печка с топлообменник във формата на пейка и легло. Къща на Сюън Хейгън в с. Хотница. В.Търновско.



Фигура 339 Този чертеж от 1942 г. на финландска фурна показва принцип на действие, който е аналогичен на ракетната печка. Не винаги, когато хората казват че са направили първи нещо, то е първото. [tamizsolutions](#)







## ПРИЛОЖЕНИЯ

### 1. ТОПЛОТЕХНИЧЕСКИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА НЯКОИ ЕСТЕСТВЕНИ СТРОИТЕЛНИ МАТЕРИАЛИ

#### ТЕХНИЧЕСКИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ЕСТЕСТВЕНИТЕ СТРОИТЕЛНИ МАТЕРИАЛИ

Материали	Плътност $\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	специфичен топлинен капацитет $c$ , J/(kg.K)	коэф. на топлопроводност $\lambda$ , W/(m.K)	число на дифузионно съпротивление на водната пара $\mu$	d/ $\lambda$ (m <sup>2</sup> K/W)	U стойност	R стойност	Дебелина на слоя (cm)	Клас по реакция на огън EN 13501-1	Огнестойчивост EN 1363-1	ИЗТОЧНИК
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Почви											
Скала	2700	920	3,5								<a href="#">Приложение № 4 към Наредба № 7 от 2004 г. за енергийна ефективност</a>
Пясък	1800	840	2								
Глина	1400	840	1,5								
2. Естествени камъни											
Мрамор, гранит, базалт	2800	920	3,49	67							Приложение № 4 към Наредба № 7 от 2004 г. за енергийна ефективност
Пясъчник, кварц	2400	920	2,04	21							
Варовик	2000	840	1,16	12							
	1700	840	0,93	10							
3. Земно-глинени материали и смеси											
Трамбована земя, кирпич	1900	837	1,02	10							<a href="#">DACHVERBAND LEHM E.V.</a>
Смес глина и слама	1600	837	0,73	8							
Лека глина (с леки добавки)	1 200		0,47	6							
Лека глина (с леки добавки)	700 (750)		0,21 (0,23)	4 (4)							
Дървени стърготини и лека глина	600		0,17	3							
Валци от глина с дълга слама	800		0,25	4							
Гасена вар	1800		0,87	15/35							
4. Дърво и продукти от него											
Дърво: дъб и бук (надлъжно на влакната); (напречно на влакната)	700										Приложение № 4 към Наредба № 7 от 2004 г. за енергийна ефективност
	800	2090 - 2510	0.41 - 0.23	40 - 60							
	500										



Смърч, бор (надлъжно на влакната); (напречно на влакната)	600										
	620										
	600										
Водоустойчиви плочи, дървени с дър- вени частици или влакна	400										
	660										
Водоустойчив шперплат	550										
Талашитови плоскости (изолит, херак- лит и др.) над 15 мм	550										
Над 25 мм	500										
Над 35 мм	450										
Над 50 мм	400										
Тапети хартиени	600										
миещи се	700										
пластмасови	700										
Дъски за подове	520										
Паркет	700										
<b>Топлоизолационни материали и продукти</b>											
Конопена вата	35-100	1600	0,040								
Целулозна топлоизолация	45-65		0.0380	1,36					B - s1		
Топлоизолация о овча вълна	100		0.0380	1,5							
Тръстикови панели			0,046								
Панели от пресована слама	379		0.099	9,7							
Перлит	150	840	0,06								
Корк			0,039								
Конопен бетон HEMPCRETE	300-450		0,12								
Лен			0,04								
Пана от стърготини	200		0,048	4							
	360		0,09	2-5							
Пеностъкло			0,045								
<b>Битумни и асфалтови материали и продукти</b>											
Битум	110	1050	0,17	1200							
Асфалт 20 mm	2100	1050	0,7	2500							
	1900	1050	0,7	2000							
Мушама битомна хидроизолационна	600	1050	0,17	100							
Мушама бит. Хидро. с алумин. фолио	900	1460	0,19	100000							
Битумизиран картон	1100	1460	0,19	2000							

[Хоумнест Маркет](#)

[екорanely](#)

[Бентонит АД](#)

Приложение № 4 към  
Наредба № 7 от 2004 г.  
за енергийна ефектив-  
ност



Асфалтобетон	2100	1050	1,05	92,59							
Битумоперлит	500	1050	0,14								
	300	1050	0,09								
<b>Други материали</b>											
Прозоречно стъкло	2500	880	0,81	10000							
Кухи стъклени блокчета	1100	880	0,44	4000							
Клинкерни плочи	1900	920	1,05	100							
Облицовъчни тухли	1800	920	0,79	20							
Фасаадни плочи глазирани	1800	920	0,91	300							
Линолеум	1200	1880	0,19	500							
Гума	1000	1470	0,16	10000							
Поливинилхлоридни хомогенни плочи	1400	960	0,23	10000							
Поливинилхлоридни плочи върху кече	800	960	0,12	3000							
Полиетиленово фолио	1000	1250	0,19	80000							
Поливинилхлоридно фолио меко	1200	960	0,19	42000							
Покривни керемиди- глинени	1900	880	0,99	40							
Азбестобетонни плочи	1800	960	0,035	50							
Камъшит (тръстика)	800	1260	0,046	2							
<b>Стоителни системи</b>											
Стена от сламени бали във вертикална посока						0,12	8,3				
Стена от сламени бали във вертикална посока включваща дървената конструкция						0,14	7,1				
Топлопреминаване, вътре					0,13						
Глинена мазилка			0,8		0,03			2,5			
Мрежа			0,13		0,15			0,2			
Сламени бали вертикална посока			0,045		7,78			35	B, s1, d0	REI 90	
Мрежа			0,13		0,15			0,2			
Варова/ Глинена мазилка			0,87		0,02			2,5			
Топлопреминаване, вън					0,04						
Стена от сламени бали в хоризонтална посока						0,11	9,1				
Стена от сламени бали във вертикална посока включваща дървената конструкция						0,12	8,3				
Топлопреминаване, вътре					0,13						

Приложение № 4 към  
Наредба № 7 от 2004 г.  
за енергийна ефективност

Building with straw.  
Design and Technology of  
a Sustainable  
Architecture. Gernot Minke  
and Friedemann Mahlke



Глинена мазилка			0,8		0,03			2,5		
Мрежа			0,13		0,15			0,2		
Сламени бали хоризонтална посока			0,06		8,33			50	B, s1, d0	REI 90
Мрежа			0,13		0,15			0,2		
Варова/ Глинена мазилка			0,87		0,02			2,5		
Топлопреминаване, вън					0,04					

## 2. ВЛИЯНИЕ НА ТЕРМАЛНАТА МАСА ВЪРХУ ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА СГРАДИТЕ

Източник [Thermal Mass & its Role in Building Comfort and Energy Efficiency](#)

**Термална маса** е способността на даден материал да се съхранява топлината. Подходящите материали са тежки (или плътни) с възможност за съхраняване на големи количества топлинна енергия за осигуряване на топлина през зимата и охлаждане през лятото, в сравнително малък обем.

Материал	Плътност (Kg/m <sup>3</sup> )	Специфичен топлинен капа- цитет (kJ/kg.K)	Обемен топлинен капа- цитет за 1 куб. м. (kJ/m <sup>3</sup> .K)
Вода	1000	4.186	4186
Бетон	2240	0.920	2060
Тухла	1700	0.920	1360
Камък (пясъчник)	2000	0.900	1800
Земна стена (Кирпич)	1550	0.837	1300
Трамбована земя	2000	0.837	1673
Пресовани глинени блокове	2080	0.837	174

Таблицата по-долу показва времето, което е необходимо на топлината да премине през даден материал.

Материал (дебелина mm)	Време (часове)
Изолационна тухлена облицовка	5.0
Бетон (250)	6.9
Тухлена стена (250)	7.0
Кирпич (250)	9.2
Трамбована земя (250)	10.3
Пресовани глинени блокове (250)	10.5
Песъчлива глина (1000)	30 дни



### 3. ОСНОВНИ ЯКОСТНИ ПОКАЗАТЕЛИ НА НЕПЕЧЕНИ ГЛИНЕНИ ТУХЛИ В РАЗЛИЧНИ СТРАНИ:

показател	НИСИ-София	Ню Мексико	Laboratoire GéoMatériaux Франция	Германия standard DIN 18954	Перу
Якост на натиск кг/ кв.см	20 при 1600кг/м3	21,1	20	20 при 1600кг/м3 30 при 1900кг/м3 40 при 2200кг/м3	12
Якост на опън при огъване кг/кв.см	5	3,5	1,7	4-6	





## БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Х. Тодорова, Каменно медната епоха в България, София: Наука и изкуство, 1986.
- [2] И. В. Хентиета Тодорова, Новокаменната епоха в България, София: Наука и изкуство, 1993.
- [3] П. Калчев, Двуетажна раннонеолитна постройка в селищна могила Окръжна болница в Стара Загора, Стара Загора, 2013.
- [4] Ч. Ангелов, Сградостроителството в България том 1, София: Академично издателство "Проф. МАРИН ДРИНОВ", 2011.
- [5] А. Г. Кожухаров, Добруджанска експедиция, София: БАН, 1954 г. .
- [6] а. Х. Пеев, "Студии върху българската възрожденска архитектура", София: Наука и изкуство,, 1956.
- [7] G. Minke, "Building with Earth", Basel · Berlin · Boston: Birkhauser – Publishers for Architecture, 2006.
- [8] J. North, Building with Earth, London: Intermediate Technology Publications Limited, 1997.
- [9] J. Keable, "Rammed Earth Structures. A Code of Practice", Intermediate Technology Publications, 1996.
- [10] Б. Блохин, Курс по строителни работи -част първа, София: Наука и изкуство, 1957.
- [11] А. Попов, АРХИТЕКТУРНИ КОНСТРУКЦИИ, София: ДИ "ТЕХНИКА", 1972.
- [12] Г. Данчев, "Къща и жилище на родопските българи" В: Сб. Народност и битова общност на родопските българи., София: БАН, 1969.
- [13] H. Fathy, ARCHITECTURE FOR THE POOR. An experiment in Rural Egypt, An American University in Cairo, 1989.
- [14] М. Д. С. Л. С. Янто Еванс, Дом из самана, Киев: Рідна земля, 2004.
- [15] M. G. Smith, The Cobber's Companion, A Cob Cottage Company, 1998.
- [16] D. Easton, The Rammed Earth House, Wite River Junction: Chelsea Green Publishing Company, 1996.
- [17] Т. Г. Господинов, "Из миналото на Белене", Свищов: Акад. Изд. "Ценов", 1996.
- [18] В. Вълчанова, Земно строителство, Пловдив: Сдружение "Раховица", 2013.
- [19] C. R. G. & D. Chiras, The Natural Plaster Book, Garbiola Island, Canada: New Society Publishing, 2003.
- [20] С. Шишков, "Изследване и проучване на традиционни строителни конструкции и техники на градеж на територията на Родопите и Стара планина", 2011.
- [21] Х. Вакарелски, Етниграфия на България, София: Наука и изкуство, 1974.
- [22] R. D. Commission, "The Tatcher"'s Craft", 1988.
- [23] Г. Кожухаров, Сводът в античността и средните векове., София: Българска академия на науките, 1974.
- [24] O. P. Larsen, RECIPROCAL FRAME ARCHITECTURE, Oxford: Architectural Press is an imprint of Elsevier, 2008.
- [25] R. Rael, Earth Architecture, New York: Princeton Architectural Press, 2009.
- [26] F. P. a. L. H. Rainer, Wall Structures of Abomey, London: Thames&Hudson, 1999.
- [27] Т. П. Йохана Паунгер, "Точното време", София: Кибеа, 2000.
- [28] К. Мякеля, Печи и камини, Москва: Стройиздат, 1987.
- [29] D. Baggs, "Thermal Mass & its Role in Building Comfort and Energy Efficiency".
- [30] J. M. Tibbets, "The Earthbuilder's Encyclopedia".
- [31] а. Ц. Добрев, Проблеми на българското архитектурно наследство - сборник, София: Наука и исуство, 1955.